

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**MEDICINSKI FAKULTET**

**Margita Poturić**

**Područje sestrinske odgovornosti u skrbi  
za bolesnike na mehaničkoj  
cirkulacijskoj potpori**

**DIPLOMSKI RAD**



Zagreb, 2015.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**MEDICINSKI FAKULTET**

**Margita Poturić**

**Područje sestrinske odgovornosti u skrbi  
za bolesnike na mehaničkoj  
cirkulacijskoj potpori**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2015.

Ovaj diplomski rad izrađen je u Klinici za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivno liječenje pod vodstvom Prof. dr. sc. Bojana Biočina i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2014./2015.

## POPIS I OBJAŠNJENJE KRATICA KORIŠTENIH U RADU

VAD – Uređaj za ventrikulsku podršku, engl. Ventricular assist device

ECMO – Izvantjelesna membranska oksigenacija, engl. Extracorporeal membrane oxygenation

ECLS – Izvantjelesno održavanje života, engl. Extracorporeal life support

LVAD – Uređaj za podršku lijeve strane srca, engl. Left ventricular assist device

RVAD – Uređaj za podršku desne strane srca, engl. Right ventricular assist device

BIVAD – Uređaj za obostranu podršku ventrikula, engl. Biventricular assist device

PIVAD – Uređaj za perkutanu podršku ventrikula, engl. Percutaneous ventricular assist device

HM II – Heart Mate II

HW – Heart Ware

TAH – Potpuno umjetno srce, engl. Total artificial heart

RPM – Okretaja u minuti, engl. Rotation per minute

LPM – Litara u minuti, engl. Liters per minute

IP – Indeks pulsatilnosti, engl. Index pulsatility

CVP – Centralni venski tlak, engl. Central venous pressure

PMP – Polimetilpentena

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1. 1. Podjela prema vremenu trajanja mehaničke cirkulacijske potpore .....	2
1. 2. Podjela prema mjestu ugradnje samog uređaja .....	2
1. 3. Podjela prema modelitetu ugradnje .....	2
1. 4. Podjela prema fiziološkom sustavu koji opskrbljuju.....	3
1. 5. Podjela prema vrstama pumpi u uređajima za mehaničku potporu.....	3
2. ODGOVORNOSTI MEDICINSKE SESTRE ZA BOLESNIKE NA MEHANIČKOJ CIRKULACIJSKOJ POTPORI .....	5
3. PROCJENA BOLESNIKA NA MEHANIČKOJ CIRKULACIJSKOJ POTPORI PO DOLASKU U SMJENU .....	7
4. VRSTE UREĐAJA ZA MEHANIČKU CIRKULACIJSKU POTPORU I PODRUČJE SESTRINSKE SKRBI ZA SLIJEDEĆE OBLIKE MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE .....	9
4. 1. CENTRIMAG .....	10
4.1.1. KOMPONENTE SUSTAVA.....	12
4. 1. 2. NORMALNE VRIJEDNOSTI .....	13
4. 2. UREĐAJ ZA PERKUTANU PODRŠKU VENTRIKULA. PVAD I PIVAD .....	15
4. 2. 1. CRPKE.....	16
4. 2. 2. PODRŠKA I KANILACIJA.....	18
4. 2. 3. DVOSTRUKA POKRETAČKA KONZOLA.....	19
4. 2. 4. FLASH TEST .....	21
4. 3. PRIVREMENO POTPUNO UMJETNO SRCE: TAH - t .....	22
4. 3. 1. COMPANION 2 SUSTAV .....	24
4. 3. 2. MEHANIZAM DJELOVANJA .....	27
4. 3. 3. NAČINI RADA .....	28

4. 4. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOM SRCU – HM II .....	30
4. 4. 1. OSNOVNI DIJELOVI SUSTAVA .....	32
4. 4. 2. TUMAČENJE PARAMETARA .....	39
4. 4. 3. TRETMAN IZLAZNE TOČKE PERKUTANOG KABELA.....	40
4. 5. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOM SRCU– HEART WARE .....	48
4. 5. 1. OSNOVNI DIJELOVI SUSTAVA .....	50
4. 6. IZVANTJELESNA MEMBRANSKA OKSIGENACIJA – ECMO/ECLS .....	54
4. 6. 1. KANILACIJA .....	56
4. 6. 2. ECMO CIRKULACIJSKI KRUG .....	57
4. 6. 3. KLJUČNE TOČKE ZA UPRAVLJANJE BOLESNIKOM NA ECMOu .....	61
4. 6. 4. DNEVNA SKRB ZA BOLESNIKA NA ECMOu: .....	64
4. 6. 5. ODVAJANJE OD ECMOa: .....	69
5. ANTIKOAGULANTNA TERAPIJA ZA BOLESNIKE NA MEHANIČKOJ CIRKULACIJSKOJ POTPORI .....	70
5. 1. TESTOVI: .....	70
5. 1. 1. Aktivirano vrijeme zgrušavanja (ACT) .....	70
5. 1. 2. Anti-faktor Xa aktivnost (anti-Xa).....	70
5. 1. 3. Aktivirano parcijalno tromboplastinsko vrijeme (APTV) .....	71
5. 1. 4. Protrombinsko vrijeme (PV).....	71
5. 1. 5. D – dimeri .....	71
5. 1. 6. Antitrombin ( AT ).....	71
5. 1. 7. Slobodni hemoglobin u plazmi .....	72
5. 1. 8. Thromboelastogram (TEG) i Thromboelastometry (Rotem).....	72
5. 2. UZORKOVANJE KRVI: .....	72
5. 3. PROTOKOLI ANTIKOAGULACIJE: .....	73

6. ZAHVALE: .....	77
7. POPIS LITERATURE .....	78
8. ŽIVOTOPIS: .....	81

## **SAŽETAK**

Margita Poturić

Liječenje naprednog kongestivnog zatajenja srca ima tri oblika: medicinska terapija, kirurška terapija i presađivanje srca. Zbog dugih lista čekanja za organe, 1970. Bostonski Nacionalni institut za srce, pluća i krv pozvao je na razvoj uređaja za srčanu mehaničku podršku.

Od tada su razvijeni mnogi uređaji i mogu se opisati i podijeliti na različite načine.

Medicinska sestra koja skrbi o bolesnicima na mehaničkoj cirkulacijskoj potpori pruža istima potpunu zdravstvenu skrb. To uključuje primjenu svih dostupnih znanja iz područja sestrinstva za sve procedure u skladu sa kompetencijama medicinskih sestara.

Zdravstvena skrb bolesnika na mehaničkoj cirkulacijskoj potpori također se temelji na kontinuiranom nadzoru. Tehničko znanje i rukovanje uređajem omogućuju uočavanje nepovoljnih promjena s ciljem sprječavanja posljedica koje mogu ugroziti život bolesnika.

Po dolasku u smjenu svaka medicinska sestra/tehničar pristupa do svojeg bolesnika te napravi procjenu bolesnika po točkama od 1 – 15.

U radu su pojedinačno opisani uređaji za mehaničku cirkulacijsku potporu i područje sestrinske skrbi za sljedeće oblike mehaničke cirkulacijske potpore: Centrimag, Uređaj za perkutanu podršku ventrikula, Privremeno potpuno umjetno srce, Sustav za potporu lijevom srcu – HM II, Sustav za potporu lijevom srcu – HW, Izvantjelesna membranska oksigenacija .

**KLJUČNE RIJEČI:** mehanička cirkulacijska potpora, medicinska sestra, odgovornosti



## **SUMMARY**

Margita Poturić

The treatment of advanced congestive heart failure has three forms: medical therapy, surgical therapy and heart transplant.

In 1970. Boston National Institute of Heart, Lung, and Blood were asked for device development for mechanical heart support because of long waiting lists for organs.

Since then, many devices have been developed and can be described and divided in various ways.

Nursing care for patients on mechanical circulation support gives them the complete health care. This includes use of all available knowledge in nursing for all procedures in accordance with the nurses competences.

Health care of patients on mechanical circulation support is also based on continuous monitoring.

Technical knowledge and handling of the device enable detection of adverse changes in order to prevent the consequences that can endanger the patient's life.

Upon arrival in each shift nurse access to their patients and make an assessment of patients at points from 1 to 15.

In this thesis are described separately devices for mechanical circulatory support and the area of nursing care for the following types of mechanical circulatory support:

Centrimag, Percutaneous ventricular assist device, Total Artificial Heart, System for supporting left heart - HM II, System for supporting left heart - HW , Extracorporeal Membrane Oxygenation.

**KEY WORDS:** mechanical circulatory support, nurse, responsibilities

## 1. UVOD

Liječenje naprednog kongestivnog zatajenja srca ima tri oblika: medicinska terapija, kirurška terapija i presađivanje srca. **Medicinska terapija**, uključujući inotrope i vazodilatatore, ublažava simptome smanjenog srčanog rada i povećava kontraktilnost miokarda. To je pomoglo poboljšati kvalitetu života, ali smrtnost ostaje nepromijenjena. **Kirurška terapija**, uključujući revaskularizacije, obnove ventrikula i zamjene valvula, ublažava simptome i poboljšava funkciju, ali u većini slučajeva ne zaustavi proces osnovne bolesti od napredovanja. Unatoč napretku u medicini, **transplantacija srca** ostala je jedini izbor za mnoge pacijente. Zbog dugih lista čekanja za organe, 1970. Bostonski Nacionalni institut za srce, pluća i krv pozvao je na razvoj uređaja za srčanu mehaničku podršku.

**Od tada su razvijeni mnogi uređaji i mogu se opisati i podijeliti na različite načine:**

- 1. 1. Prema vremenu trajanja mehaničke cirkulacijske potpore**
- 1. 2. Prema mjestu ugradnje samog uređaja**
- 1. 3. Prema modalitetu ugradnje**
- 1. 4. Prema fiziološkom sustavu koji opskrbljuju**
- 1. 5. Prema vrstama pumpi u uređajima za mehaničku potporu**

### ***1. 1. Podjela prema vremenu trajanja mehaničke cirkulacijske potpore***

Prema vremenu trajanja mehaničke cirkulacijske potpore uređaje možemo podijeliti na kratkoročne i dugoročne.

Općenito, kratkoročni uređaji postavljaju se na pacijente kod kojih je vjerojatno da će imati brz oporavak i nazivaju se "most do oporavka" ili kako bi se povećao rad srca i pacijent stabilizirao na drugu intervenciju te se nazivaju "most na odluku". Ovi uređaji koriste se za nekoliko dana do nekoliko tjedana.

Dugoročni uređaji mogu se koristiti za nekoliko mjeseci do godina. Ti uređaji se često koriste kao "most do transplantacije srca", ili kao alternativa za transplantaciju srca, kao krajnja životna skrb, pod nazivom "određena terapija".

### ***1. 2. Podjela prema mjestu ugradnje samog uređaja***

Prema mjestu ugradnje mehaničke cirkulacijske potpore uređaje dijelimo na ugradive/intrakorporalne i vanjske/ekstrakorporalne/parakorporalne.

Intrakorporalni uređaji imaju crpne komore unutar tijela pacijenta. Ekstrakorporalni uređaji imaju crpne komore izvan tijela pacijenta.

### ***1. 3. Podjela prema modelitetu ugradnje***

Prema modelitetu ugradnje dijelimo ih na Ventricular assist device (VAD) i Izvantjelesno održavanje života/Extra-corporeal life support (ECLS).

Ventricular assist device (VAD) koristi se kao potpora srcu.

Kao potpora cirkulaciji lijeve klijetke naziva se Left ventricular assist device – LVAD. Nakon toga može se koristiti i za potporu cirkulaciji desne klijetke i u tom slučaju nosi naziv Right ventricular assist device – RVAD. Treća opcija ugradnje daje potporu za obje komore i naziva se Biventricular assist device - BIVAD.

Uređaj za izvantjelesno održavanje života dizajniran je za liječenje najbolesnijih pacijenata, kojima je potrebno odmaranje i zamjena funkcije srca i/ili pluća za njihov opstanak. Primjena

vantjelesnog održavanja života može zamijeniti funkciju pluća i/ili srca kako bi ti organi s vremenom ozdravili. Kada uređaj mijenja funkciju pluća naziva se Izvantjelesna/Ekstrakorporalna membranska oksigenacija (ECMO), dok u kombinaciji s spojenim membranskim oksigenatorom pruža kompletnu podršku srcu i plućima i naziva se Izvantjelesna podrška životu/Extracorporeal life support (ECLS).

#### ***1. 4. Podjela prema fiziološkom sustavu koji opskrbljuju***

Prema fiziološkom sustavu koji opskrbljuju dijeli se na uređaje koji daju potporu cirkulaciji i uređaje koji pružaju podršku kod kompletnog cirkulacijskog i respiracijskog zatajenja. Podršku cirkulaciji daju uređaji Ventricul assist device – a, dok podršku cirkulaciji i respiraciji dobivamo preko uređaja Izvantjelesne membranske oksigenacije ili Izvantjelesnog održavanja života.

#### ***1. 5. prema vrstama pumpi u uređajima za mehaničku potporu***

Iako svaki uređaj ima svoje jedinstvene karakteristike, većina dostupnih pumpi mogu se svrstati u sljedeće vrste:

- a) kontrapulsativne pumpe - IABP
- b) centrifugalne pumpe - Bio-Medicus, St. Judes i Sarns, Jostra Rotaflow® (Maquet), i CentriMag® (Levitronix), Heart Ware
- c) pumpe sa izbačajem volumena – PiVAD, BiVAD
- d) aksijalne pumpe – HM II

Kontrapulsativnost, koja je sinkronizirana ili sa EKGom ili arterijskim valom, pruža balon inflacije u silaznom dijelu torakalne aorte za vrijeme dijastole i deflacije na početku sistole. Rezultat je smanjivanje rada miokarda, preko redukcije afterloada i poboljšanje opskrbe miokarda kisikom kroz povećanje dijastoličkog krvnog tlaka i koronarne perfuzije.

Centrifugalne crpke su tradicionalno korisne kao kratkoročna podrška što znači da služi kao sredstvo pružanja bilo intraoperativno za izvantjelesnu cirkulaciju ili za desno, lijevo ili biventricularnu mehaničku cirkulacijsku potporu. Ove pumpe stvaraju vrtlog ili kroz rotor ili

putem uklopljenih češera (lopatica) za pogon ne pulsatilnog protoka krvi kroz krug. One su široko dostupne, jednostavne za korištenje i relativno niske cijene. Međutim, zahtijevaju sustavnu antikoagulantnu terapiju, nisu izdržljive dugoročno i imaju tendenciju da stvaraju visoke razine hemolize.

Pumpe sa izbačajem volumena sastoje se od komore koja se ispunjava i prazni ciklički. Vanjski perkutani kabel osigurava električnu energiju na motoru unutar uređaja. Motor gura uzastopno ploču prema gore i dolje, širi i sažima volumen komore. Valvule priljeva i odljeva zadržavaju smjer protoka krvi. Ove crpke proizvode pulsatilni protok i oponašaju djelovanje pumpanja prirodnog srca. Imaju tendenciju da stvaraju buku tijekom punjenja i pražnjenja ciklusa.

Aksijalne pumpe sadrže rotirajući propeler sa spiralnim lopaticama te se okreće oko središnje osovine. Vanjski perkutani kabel osigurava električnu energiju za motor koji pokreće rotaciju lopatica pomoću elektromagnetske indukcije. Vrtanja lopatica crpi krv iz dotočne kanile u odlaznu, a protok krvi je u osnovi ne-pulsirajući. Ove pumpe su obično tihe i koriste manje energije od pulsatilnih uređaja.

## **2. ODGOVORNOSTI MEDICINSKE SESTRE ZA BOLESNIKE NA MEHANIČKOJ CIRKULACIJSKOJ POTPORI**

Bolesnici na mehaničkoj cirkulacijskoj potpori imaju raznovrsne životne potrebe. Medicinska sestra koja skrbi o takvim bolesnicima, pruža im potpunu zdravstvenu skrb. Zdravstvena skrb bolesnika na mehaničkoj cirkulacijskoj potpori temelji se na kontinuiranom nadzoru. Tehničko znanje i rukovanje uređajem omogućuju uočavanje nepovoljnih promjena s ciljem sprječavanja posljedica koje mogu ugroziti život bolesnika.

To uključuje primjenu svih dostupnih znanja iz područja sestrinstva za navedene procedure:

- poznavanje tehnologije i rad sa uređajima za mehaničku cirkulacijsku potporu
- poznavanje i primjena antiseptičnih mjera u radu s bolesnikom
- praćenje i evidencija vitalnih parametara
- procjenu stanja bolesnika te planiranje sestrinskih intervencija
- postupanje po utvrđenim pravilima, planu i protokolima za provođenje postupaka u zdravstvenoj skrbi
- primjenjivanje, provođenje i evidentiranje od liječnika ordinirane lokalne, peroralne, parenteralne i intravenozne terapije
- poznavanje protokola antikoagulantne terapije te pravilno uzorkovanje krvi
- primjena krvi i krvnih derivata uz nadzor liječnika
- pravovremeno izvješćivanje liječnika u slučaju nastupa komplikacija primijenjene terapije
- provođenje postupka rane ekstubacije kod hemodinamski stabilnih bolesnika
- provođenje postupka bronhoaspiracije pomoću sustava zatvorene sukcije
- previjanje ulaznih mjesta intravaskularnih katetera i drenova aseptičnom tehnikom rada te promjena obloga prema upustvima proizvođača
- previjanje kanila kod bolesnika na ECMO uređaju te kod bolesnika na vanjskim uređajima za kratkotrajnu mehaničku potporu cirkulaciji
- provjera ECMO cirkulacijskog kruga po dolasku u smjenu te svaki naredni sat

- previjanje i praćenje ulaznog dijela perkutanog kabla kod bolesnika na dugotrajnoj mehaničkoj potpori cirkulacije (HM II, HW)
- edukacija bolesnika i obitelji o životu s uređajem za dugotrajnu mehaničku potporu
- uzimanje nadzornih kultura prema protokolu ustanove (KBC Zagreb – svakodnevno za bolesnike na ECMO uređaju, svaki drugi dan kod bolesnika na potpori uređajem HM II)
- provođenje mjera za sprečavanje komplikacija dugotrajnog ležanja (okretanje bolesnika svakih dva sata uz masažu predelekcionijskih mjesta hidratantnim losionom)
- asistencija liječniku u obavljanju dijagnostičko terapijskih postupaka (uvođenje arterijske kanile, CVKa, ultrazvučna procjena, bronhoskopija, elektrokonverzija, traheotomija,...)
- poznavanje i započinjanje postupka oživljavanja do dolaska liječnika te asistiranje u daljnjim procedurama
- vođenje sestrinske dokumentacije kojom se evidentiraju svi provedeni postupci tijekom 24 sata
- poznavanje kontinuiteta stanja bolesnika te pravovremeno izvješćivanje liječnika o promjeni zdravstvenog stanja
- komunikacija unutar cijelog zdravstvenog tima.

### **3. PROCJENA BOLESNIKA NA MEHANIČKOJ CIRKULACIJSKOJ POTPORI PO DOLASKU U SMJENU**

Po dolasku u smjenu svaka medicinska sestra/tehničar pristupa do svojeg bolesnika te napravi slijedeću procjenu:

**3. 1. Procijena EKG - ritam, frekvenciju, abnormalnosti**

- ako je pacijent na potpori pacemakerom – oblik, prag stimulacije, ispravnost „kablova“, količinu baterije i dostupnost rezervne

**3. 2. Disanje - dubinu i ritam, prisutnost zvukova, obostrano odizanje prsnog koša, pulsna oksimetrija**

- ako je pacijent na mehaničkoj ventilaciji provjeriti modul ventilacije i pripadajuće parametre

**3. 3. Provjera i podešavanje granica alarma na monitoru za arterijski krvni tlak, puls, CVP, PAP i saturaciju**

**3. 4. Provjeriti vazoaktivne lijekove koje bolesnik prima, brzinu protoka, količinu lijeka u štrcaljki te linije vazoaktivnih lijekova**

**3. 5. Provjeriti terapijsku listu i ovisno o vrsti mehaničke potpore provjeriti vrijednosti CVP, PAPA, acidobazni status, laboratorijske nalaze – naglasak je na antikoagulaciji, satnu diurezu, temperaturu bolesnika**

**3. 6. Procijeniti bol kod bolesnika na skali boli od 1-10**

**3. 7. Provjeriti ispravnost drenažnog sustava i količinu drenažnog sadržaja, ako bolesnik ima torakalnu drenažu**

**3. 8. Kod bolesnika na ECMOu napraviti sigurnosnu provjeru cirkulacijskog kruga.**

**3. 9. Kod bolesnika na kratkotrajnoj vantjelesnoj potpori (RVAD, LVAD) provjeriti stanje i datum prevoja ulaznog dijela kanila, broj okretaja pumpe, vrijednost protoka te prisutnost rezervne konzole**

**3. 10. Kod bolesnika na biventrikularnoj mehaničkoj potpori provjeriti vrijednosti tlakova na konzoli i napraviti flash test**



**3. 11.** Kod bolesnika na HM II, HW provjeriti na monitoru brzinu i protok pumpe, indeks pulsabilnosti i snagu pumpe, stanje prevoja i imobilizacije perkutanog kabela te prisutnost rezervne opreme (rezervni upravljač sustava i napunjene baterije moraju biti uvijek uz pacijenta) i strujnog napajanja svih komponenti sustava

**3. 12.** Kod bolesnika sa TAHom na konzoli provjeriti vrijednost volumena lijevog i desnog ventrikla, grafički prikaz krivulje punjenja i pražnjenja, stanje prevoja cijevi te prisutnost rezervne konzole

**3. 13.** Napraviti procjenu neurološkog statusa bolesnika: stanje svijesti, zjenica, micanje ekstremiteta

**3. 14.** Napraviti procjenu mikrobiološkog statusa bolesnika i pripremiti pribor za uzimanje nadzornih kultura

**3. 15.** Procijeniti stanje usne šupljine, peristaltike i integriteta kože

**4. VRSTE UREĐAJA ZA MEHANIČKU CIRKULACIJSKU POTPORU I PODRUČJE SESTRINSKE SKRBI ZA SLIJEDEĆE OBLIKE MEHANIČKE CIRKULACIJSKE POTPORE:**

**4. 1. CENTRIMAG**

**4. 2. UREĐAJ ZA PERKUTANU PODRŠKU VENTRIKULA**

**4. 3. PRIVREMENO POTPUNO UMJETNO SRCE**

**4. 4. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOM SRCU**

**4. 5. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOM SRCU**

**4. 6. IZVANTJELESNA MEMBRANSKA OKSIGENACIJA**

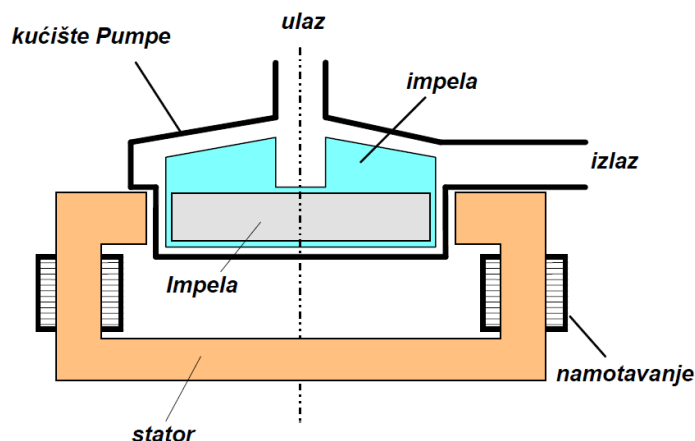
#### ***4. 1. CENTRIMAG***

#### **4. 1. CentriMag®, Levitronix**

CentriMag krvna pumpa je uređaj koji pruža hemodinamsku stabilnost u pacijenata kojima je potrebna vantjelesna kardiorespiratorna potpora. CentriMag je CE - označen u Europi za uporabu do 30 dana za pružanje hemodinamske podrške pacijentima kao most do oporavka, transplantacije ili kratkoročni VAD. CentriMag je također i CE - označen u Europi za uporabu do 30 dana kao dio kruga Ekstrakorporalne membranske oksigenacije (ECMO) koji pruža podršku pacijentima u slučajevima srčane i / ili respiratorne problematike.

CentriMag nudi niz mogućnosti i prednosti:

Bitna odrednica ovog uređaja je činjenica da ima samo jedan pokretan dio, tzv. impelu, koja u magnetskom polju levitira i rotira generirajući kontinuirani protok uz minimum mehaničkog stresa na krv. Impela se rotira brzinama od 1.500 do 5.500 okretaja u minuti pritom generirajući protok i do 9.9 L/min. Magnetsko levitiranje minimalizira oštećenja krvi, a jedan pokretni dio te izostanak ležajeva i brtvila povećavaju trajnost uređaja i smanjuju trombogenost krvi u cirkulaciji. Jednostavna je za ugradnju i upravljanje. CentriMag sustav je u potpunosti transportabilan.



SLIKA 1. Shematski prikaz osnovnog principa centrifugalne pumpe,

<http://www.mc.vanderbilt.edu>

#### 4.1.1. KOMPONENTE SUSTAVA:

1. Polikarbonatna pumpa s lopaticama
2. Motor
3. Konzole



**Pump**



**Motor**



**Console**

SLIKA 2. Centrimag, Levitronix, preuzeto sa <http://www.brighamandwomens.org>

- Primarna konzola koristi se uz krevet bolesnika
- Backup konzola na raspolaganju za privremeno pružanje podrške života, u slučajevima kvara primarne konzole.
- Ima digitalno čitanje brzine (RPM) i protoka (litara u minuti [LPM])
- Dvije linije teksta koji ukazuju na stanje "visokog protoka" i "niskog protoka"

#### 4. Sonda za mjerenje protoka

- Ultrazvučna sonda za protok
- Može otkriti tokove 0,9 - 9,9 LPM
- Ne mora se baždariti

- Premjestiti jednom po smjeni kako bi se izbjeglo zadržavanje presavijanja cijevi i uvjerite se da strelica na spojnici Sonde protoka bude okrenuta u smjeru protoka. Ako strelica na spojnici Sonde protoka bude okrenuta u pogrešnom smjeru, protok će biti negativan.
- Previjanje kanila se vrši svaki drugi dan s otopinom Betadina. Te kanile treba umotati u vatru zbog velike površine kojom se gubi toplina bolesnika.

### **Održivost baterije:**

- Primarna konzola ima bateriju koja je punjiva i drži jedan sat. Također postoji upozorenje kada uređaj radi "na bateriji" i mjerač razine baterije pokazuje razinu napunjenosti.
- Rezervna / backup konzola nije punjiva

## **4. 1. 2. NORMALNE VRIJEDNOSTI:**

### **• Brzina crpke**

- Cilj je odgovarajućim brojem okretaja održavati protok krvi bez izazivanja prekomjernog pražnjenja klijetke
- Ako se RPMs povećao, protok bi se trebao također povećati
- Općenito 2,500-3,500 RPMs

### **• Protok**

- Općenito 3,0-6,0 LPM
- Obično ne pulsativan

- **Srednji arterijski tlak**

- Mjeri se u jedinici intenzivnog liječenja preko arterijske linije
- Cilj je srednji arterijski tlak manji od 90 mmHg
- Pumpa ovisi o preloadu, dakle cilj je održavati CVP između 10 - 15 mmHg

**Alarmi:**

- "ON BATTERY" - Alarm jednom svakih 15 minuta dok se uređaj ponovo ne spoji na izmjeničnu struju
- "LOW BATTERY" - Alarm jednom svakih 10 minuta dok se ponovo ne spoji na izmjeničnu struju
- "BATTERY BELOW MINIMUM" će se pojaviti kada ostane samo 10 minuta trajanja baterije i ne može se ušutkati sve dok se baterija ne isprazni i vrati na izmjeničnu struju.
- "SYSTEM FAULT" ekran se isprazni i alarm se javlja kontinuirano. Ako se ne može pokrenuti crpka, postoji potreba za provođenjem postupaka kardiopulmonalnog oživljavanja.

#### ***4. 2. UREĐAJ ZA PERKUTANU PODRŠKU VENTRIKULA. PVAD I PIVAD***



## **4. 2. Thoratec PVAD® i IVAD®**

### **Indikacije za upotrebu:**

- Biventrikularno zatajenje
- Letalne aritmije
- Most do transplantacije
- Mala tjelesna građa - manje od 1.5m2 površine tijela
- Mehanička aortalna valvula

### **4. 2. 1. CRPKE:**

- Dvije verzije
  - Paracorpeal VAD (PVAD®)



SLIKA 3.Parakorporalni uređaj, <http://www.brighamandwomens.org>

- Intracorporeal VAD (IVAD®)

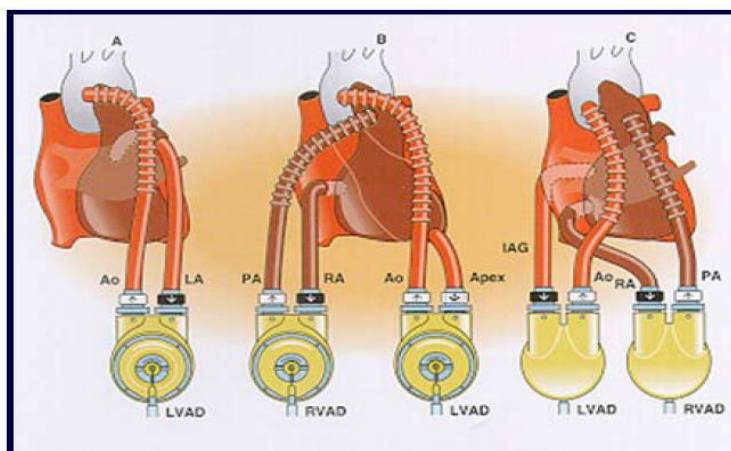


SLIKA 4. Intrakorporalni uređaj, <http://www.brighamandwomens.org>

- Obje verzije pružaju:
  - Zaštitu ventrikula s glatkom komorom zatvorenom u tvrdom predmetu
  - Dvije mehaničke valvule održavaju jednosmjerni protok
  - Crpna komora je odvojena od zračne komore poliuretanskom membranom
  - Prekidač punjenja određuje kada je VAD pun krvi i šalje signal za punjenje s pogonske konzole

#### 4. 2. 2. PODRŠKA I KANILACIJA:

- može pružiti lijevo, desno ili biventrikularnu podršku



SLIKA 5. Kanilacija VADa, <http://www.brighamandwomens.org>

- Kod podrške lijevog srca priljevna kanila povezuje lijevi atrij ili lijevu klijetku na pumpu i odljevna kanila povezuje pumpu na aorti
- Kod podrške desnom srcu priljevna kanila povezuje desni atrij na pumpu i odljevna kanila povezuje pumpu na plućne arterije
- Kod atrijske kanilacije postoje minimalna oštećenja miokarda i nije potreban izvantjelesni krvotok, ali postiže se manji protok VAD
- S kanilacijom ventrikula postoje viši protoci VADa i manji rizik od nastanka tromboembolije

#### 4. 2. 3. DVOSTRUKA POKRETAČKA KONZOLA:

- Sadrži dva identična, neovisna pogona
- Označeno s LVAD i RVAD
- Način rada je "asinkroni" ili "volumen"
  - "Asinkroni" mod omogućuje podešavanje rate / frekvencije
  - "Volume" mod omogućuje pražnjenje VADa tek kada je potpuno ispunjen krvlju
- % sistole je vrijeme potrebno VADu (u milisekundama) potrebno za izbacivanje krvi (tj 300 milisekundi)
- Pogon: Tlak: Izbacuje krv iz VAD
  - LVAD 230-345mmHg
  - RVAD 140-160mmHg
- Vakum: Pomaže punjenje VADa, obično -25 do -40 mm Hg



SLIKA 6. Dvostruka pokretačka konzola, <http://www.brighamandwomens.org>

## **Dvostruka pokretačka konzola – Alarmi:**

- Alarm tlaka

- Pojavljuje se kad je tlak izbacivanja ispod 100mmHg ili iznad 250 mmHg

- Vakumski alarm

- Pojavljuje se kad je vakum manji od 4 mm Hg ili veće od -90mmHg

- SYNCH alarma

- Kada dođe do alarma, prikazuje se -E- na dvostrukoj pokretačkoj konzoli umjesto VAD izlazu
- VAD rata / frekvencija pada na stopu back-up
- Mogući uzroci:
  - ✓ Loše punjenje VAD (hipovolemija, zatajenje desne strane srca, tamponada, prenizak vakum, izvijena kanila ili pneumatsko crijevo)
  - ✓ Rata/frekvencija postavljena previsoko
  - ✓ Pogonski tlak < 100mmHg
  - ✓ Vrijeme izbacivanja < 250msec
  - ✓ % sistole previsok, što rezultira prekratkim vremenom punjenja
  - ✓ Kvar u punjenosti sivog kabela kabela ili je isključen

- Alarm Low Battery

- ❖ Alarmi kad baterije imaju manje od 30 minuta snage
- ❖ Trajanje baterije je oko 40 minuta, a zahtijeva 24 sata do potpunog punjenja baterije
- ❖ Punjenje označava 5 svjetala na prednjem dijelu konzole
- ❖ Isprekidano alarm, oglašava se jednom u sekundi kada je uređaj isključen
- ❖ Crveno svjetlo alarma kada ostaje manje od 5 minuta trajanja baterije

#### 4. 2. 4. FLASH TEST:

- To je jedini način kako bi se utvrdilo da li se crpka u potpunosti isprazni sa svakim otkucajem
- U bolesnika s PVADom, crpka se malo podigne, svjetiljkom se posvijetli kroz pumpu i na površini ispod treba osvijetliti "bljesak".
  - Provjeru radi medicinska sestra svaki sat te o svakom odstupanju obavještava nadležnog liječnika



SLIKA 7. Flash test, <http://www.brighamandwomens.org>

#### ***4. 3. PRIVREMENO POTPUNO UMJETNO SRCE: TAH - t***

#### **4. 3. PRIVREMENO POTPUNO UMJETNO SRCE: TAH – t**

Sustav SynCardia TAH-t namijenjen je za uporabu kao premosnica do transplantacije kod kandidata za transplantaciju srca kojima prijeti neposredna opasnost od smrti uslijed nereverzibilnog biventrikularnog zatajenja srca.

Primjena TAH-t sustava kontraindicirana je kod:

- Pacijenata koji nisu podesni za transplantaciju srca.
- Pacijenata koji nemaju dovoljno prostora u prsnom košu nakon što se uklone njihove vlastite ventrikule.
- Pacijenata koji ne mogu biti adekvatno antikoagulirani preko TAH-t.

SynCardia TAH-t Companion 2 sustav sastoji se od SynCardia privremenog potpunog umjetnog srca (TAH-t) i Companion 2 sustava.



SLIKA 8. TAH-t sustav, <http://www.syncardia.com/medical-professionals/companion-2-hospital-driver.html>



TAH-t je implantibilni pulsni biventrikularni uređaj koji zamjenjuje prirodne ventrikule i valvule pacijenta, te pumpa krv u sustav plućne i sistemske (tjelesne) cirkulacije.



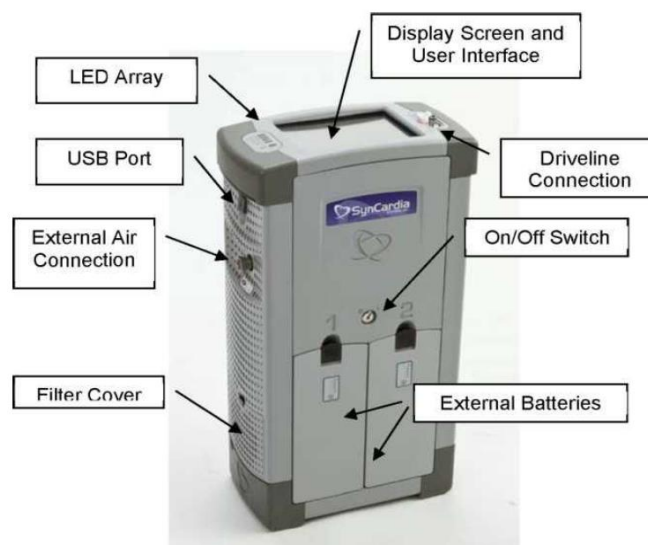
SLIKA 9. TAH – t, <http://www.syncardia.com>

Companion 2 sustav je multikomponentna, elektromehanička jedinica osmišljena za pružanje pneumatskog pogona implantiranom TAH-t.

Kanila iz svake umjetne ventrikule provodi se kroz stjenku prsnog koša. Kanila desne i lijeve umjetne ventrikule spojena je na sedam stopa duge vodove koji se spajaju na Companion 2 sustav.

#### **4. 3. 1. COMPANION 2 SUSTAV:**

A) Uređaj napaja TAH-t te se smješta u bolnička kolica ili nosač uređaja. Uređaj neinvazivno prati podatke koje dobiva od TAH-t i pacijenta tako da nema električnih priključaka na samom pacijentu.



Lijevo

Niz LED svjetala

Priključak za USB

Priključak za dovod zraka izvana

Poklopac filtera

Gore

Prikazni ekran i korisničko sučelje

Desno

Priključak za vodove

Prekidač za paljenje/gašenje

Vanjske baterije

SLIKA 10. Uređaj, <http://www.syncardia.com>

**B)** Bolnička kolica su velika kolica sa kotačima u koja se postavlja uređaj. Namijenjena su za primjenu u bolnici tijekom postupka implantacije TAH-t i naknadne faze oporavka.

Uređaj se smješta u bolnička kolica postavljanjem uređaja ravno u središte bolničkih kolica na način da se prihvatni konektori međusobno spoje. Uređaj se uvijek mora smještati u bolnička kolica na način da vanjske baterije gledaju prema van.



LIJEVO: niz LED svjetala kolica, umetnuti uređaj, ladica za pribor, blokada kotača  
 DESNO: LCD ekran i korisničko sučelje, pomoćna ručka

SLIKA 11. Bolnička kolica, <http://www.syncardia.com>

C) Opcionalna ručna pumpa je ručni uređaj čija je svrha osigurati impulse pneumatskog tlaka kroz desne i lijeve vodove. Ručna pumpa osmišljena je za uporabu u slučaju nužde, kad pričuvni uređaj nije odmah dostupan. Companionovi vodovi spajaju se na CPC konektore na ručnoj pumpi. Bolničko osoblje trebalo bi pumpati na 110 udaraca u minuti kako bi se osigurao adekvatni minutni volumen srca.



CPC konektori, ručica ručne pumpe

SLIKA 12. Opcionalna ručna pumpa, <http://www.syncardia.com>

**D)** Nosač uređaja su mala kolica sa kotačima u koja se smješta uređaj. Osmišljena su kako bi se olakšala mobilnost stabilnih pacijenata dok se isti nalaze u bolnici.



SLIKA 13. Nosač uređaja, <http://www.syncardia.com>

#### **4. 3. 2. MEHANIZAM DJELOVANJA:**

Uređaj je osmišljen da radi kao samostalna jedinica ili može biti smješten u bolnička kolica ili nosač tijekom uporabe. Uređaj radi bilo pomoću vanjskog zraka ili komprimiranog zraka iz kompresora. Primarni način rada uređaja je rad pomoću vanjskog zraka. Uređaj uvijek mora biti spojen na vanjski zrak kad je to moguće. Komprimirani zrak iz kompresora predstavlja sekundarni način rada.

Tijekom sistole, uređaj dobavlja komprimiran zrak koji je reguliran tako da tjera lijevu i desnu TAH-t ventrikularnu dijafragmu da se pomiče prema gore, te da izbaci krv u arterijski i plućni sustav. U dijastoli, regulirana vakuumska puhala stvaraju vakuum. Tlačni senzori smješteni su na svakom pneumatskom prijelazu te prate i pozitivne i negativne tlakove tijekom ciklusa tako da operater može podešavati odnosno mijenjati tlak i vakuum.

Kompresori rade neovisno, jedan kao primarni, a drugi kao interni pričuveni. Ako primarni kompresor zataji, uključuje se interni pričuveni kompresor te se oglašava upozorenje, koje ukazuje da se uređaj mora promijeniti.

Prikazni ekran uređaja pruža korisniku neinvazivne dijagnostičke podatke i podatke o nadzoru. Frekvencija, dinamika udarnog volumena, izračunati minutni volumeni srca i prosječni minutni volumeni srca u satu prikazuju se na osnovi otkucaj-po-otkucaj. Tlak lijevog i desnog pogona, krivulje protoka, zajedno sa trendom minutnog volumena srca prikazuju se na ekranu uređaja te na ekranu bolničkih kolica (kad je uređaj smješten u bolnička kolica).

Upozorenja koja se odnose na pacijente (*npr.*, niski minutni volumen srca) također se prikazuju na ekranu i LED indikatorima uređaja. Upozorenje se prikazuje zvučnim signalom, vizualnim signalom i pisanom porukom.

#### **4. 3. 3. NAČINI RADA:**

Postoje tri različita načina rada koji omogućuju uređaju da omogući korisnicima odgovarajuće kontrolne i nadzorne podatke za uporabu u:

- ❖ kirurgiji (način rada u operacijskoj sali)
- ❖ jedinici intenzivne njege (način rada u jedinici za intenzivnu njegu)
- ❖ bolnici (način rada u ambulanti).

Svi načini rada prikazuju sličan primarni ekran, ali se razlikuju u rasponu rada i mogućnosti podešavanja postavki.



SLIKA 14. Ekran načina rada u jedinici intenzivnog liječenja, <http://www.syncardia.com>

## BATERIJE:

Dvije vanjske litij-ionske baterije postavljene su na prednju ploču uređaja.

Dvije u cijelosti napunjene baterije osiguravaju minimalno 60 minuta rada, sa time da svaka baterija osigurava minimalno 30 minuta rada. Stvarno vrijeme rada varira ovisno o postavkama uređaja. Kada uređaj radi na baterije, one se isprazne zajedno. Kada je preostali kapacitet nizak (manje od 30 minuta), zvučno upozorenje oglašavat će se svakih 3.5 minute. Pričuvna baterija napaja uređaj kada nema drugih izvor napajanja. Kada je u cijelosti napunjena, radit će minimalno 10 minuta.

#### ***4. 4. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOM SRCU – HM II***

#### **4. 4. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOM SRCU – HM II**

Sustav za potporu lijevom srcu Heart Mate II namijenjen je pružanju hemodinamičke potpore u pacijenata s refraktornim zatajenjem srca u krajnjoj fazi, bilo kao privremena potpora, kao prenosnica do transplantacije srca ili oporavka miokarda, bilo kao trajna, ciljna terapija. Sustav za potporu lijevom srcu Heart Mate II Left Ventricular Assist System namijenjen je za primjenu u bolnici i izvan nje.

Radi se o rotacionom sustavu s aksijalnim tokom koji osigurava protok do 10 litara u minuti.

Uređaj za potporu lijevom srcu skreće krv iz oslabljene lijeve klijetke i tjera je u aortu.

Malo vanjsko računalo – upravljač sustava, nadzire rad sustava. Perkutani kabel koji prolazi kroz abdomen pacijenta, povezuje ugrađenu pumpu s upravljačem sustava. Sustav se napaja iz modula napajanja koji se priključuje na izvor izmjenične struje ili iz dviju 14 – voltnih litij – ionskih baterija Heart Mate.

Sustav za potporu lijevom srcu Heart Mate II kontraindiciran je za pacijente intolerantne ili alergične na antikoagulacijsku terapiju.



SLIKA 15. Sustav za potporu lijevom srcu Haert Mate II, [www. thoratec. Com](http://www.thoratec.com)



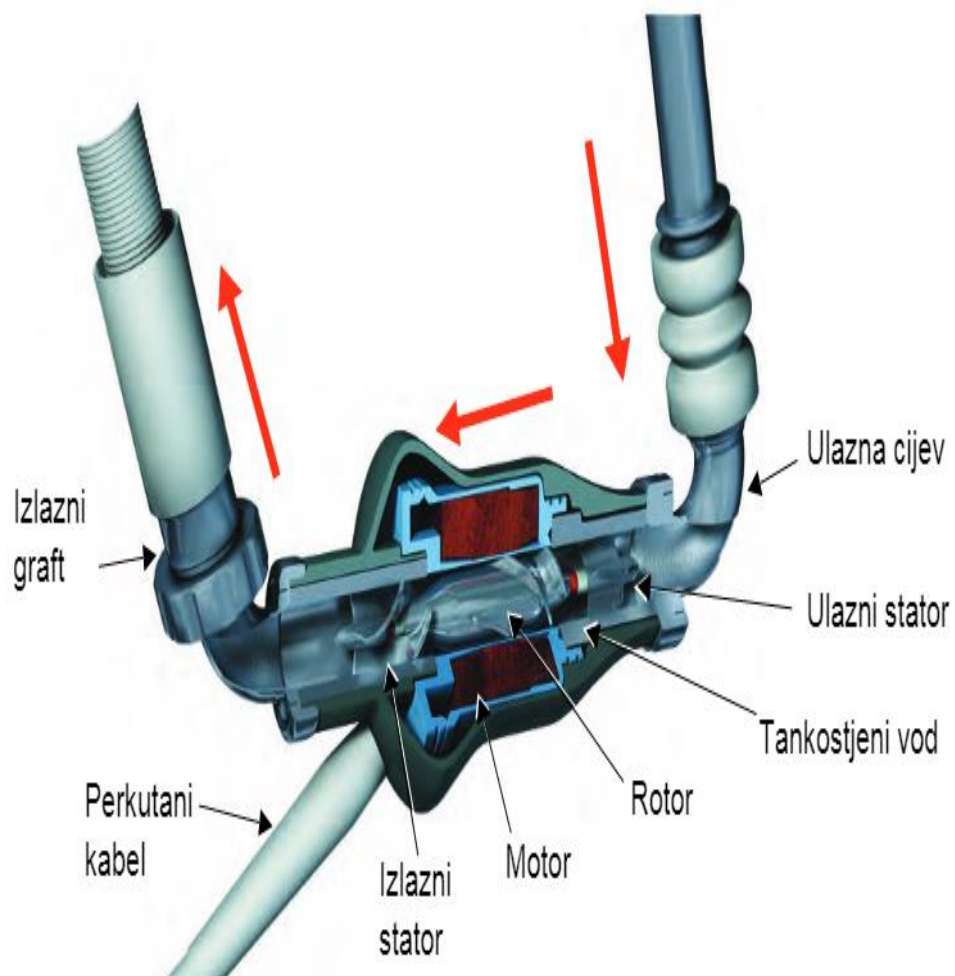
#### **4. 4. 1. OSNOVNI DIJELOVI SUSTAVA:**

Uređaj za potporu lijevom srcu srčana je pumpa s aksijalnim protokom, paralelno povezana s prirodnim krvotokom. Nepropusno spojena ulazna cijev uređaja za potporu lijevom srcu spaja se na vrh lijeve klijetke. Nepropusno spojen izlazni graft spaja se na uzlaznu aortu.

##### **4. 4. 1. 1. Pumpa**



SLIKA 16. Uređaj za potporu lijevom srcu, <http://www.thoratec.com>



SLIKA 17. Dijelovi pumpe, <http://www.thoratec.com>

## **Dijelovi pumpe:**

### **A) Motor**

Motor stvara magnetsko polje koje okreće permanentni magnet smješten u rotoru. Tako proizvedeno kružno gibanje pumpa krv.

### **B) Rotor**

Rotor u motoru je permanentni magnet smješten u tankostjenoj titanskoj cijevi promjera 12 mm koja prolazi kroz cilindar motora. Krv koja ulazi u uređaj za potporu lijevom srcu protječe preko triju lopatica koje strukturno učvršćuju ulazni stator. Tri lopatice usmjeravaju tok krvi prije no što ona uđe u rotor.

Na izlazu iz rotora, polje toka nailazi na izlazni stator gdje tri lopatice radijalnu brzinu koju je proizveo rotor pretvaraju ponovo u aksijalnu brzinu.

Rotor pumpe, tankostjeni vod, ulazni stator i izlazni stator imaju glatke, polirane kontaktne površine kako bi se smanjilo stvaranje tromba.

### **C) Ulazna cijev i izlazni graft**

### **D) Perkutani kabel**

Perkutani se kabel sastoji od jedinstvenog kabela koji se pruža od uređaja za potporu lijevom srcu, kroz kožu, do upravljača sustava. Perkutani kabel sadrži šest žila – tri primarne i tri rezervne žile koje pogone motor pumpe.

Da bi se smanjile infekcije, perkutani je kabel prekriven poliesterskom tkaninom koja potiče urastanje tkiva na prodoru kroz kožu. S vremenom, tkivo se veže za strukturirani materijal i pričvršćuje okolno tkivo za vanjsku površinu perkutanog kabela. Nakon izlaza iz tijela, perkutani kabel završava električnom spojnicom koja se priključuje na upravljač sustava.

#### 4. 4. 1. 2. Upravljač sustava

Upravljač sustava malo je računalo koje upravlja sustavom i nadzire njegov rad. Za obavještanje korisnika o radnom stanju i uvjetima alarma, upravljač sustava upotrebljava svjetlo, zvuk i poruke na zaslonu. Perkutani kabel koji prolazi kroz abdomen pacijenta, povezuje ugrađenu pumpu s upravljačem sustava.



SLIKA 18. Upravljač sustava, <http://www.thoratec.com>

#### 4. 4. 1. 3. Baterije

Za napajanje sustava koriste se dvije 14-voltne litij-ionske baterije HeartMate. Baterije se koriste u paru i ulažu se u 14-voltnu kopču za bateriju. Za prijenos energije iz baterija do upravljača sustava, potrebna su dva kabela napajanja. Kad je do kraja napunjen, par 14-voltnih litij-ionskih HeartMate baterija može napajati sustav 6 – 10 sati, ovisno o razini aktivnosti pacijenta.



SLIKA 19. 14 – voltne baterije i kopče za baterije, <http://www.thoratec.com>

#### **4. 4. 1. 4. Modul napajanja**

Za opskrbu sustava HeartMate II modul napajanja priključuje se u električnu utičnicu s izmjeničnom strujom ili automobilsku utičnicu s istosmjernom strujom. Modul napajanja koristi se kada pacijent boravi u zatvorenom prostoru, miruje ili spava. Usnuli pacijent možda neće čuti alarme da je baterija gotovo prazna. Upravljač sustava i modul napajanja povezani su preko pacijentovog kabela modula napajanja. Kabel prenosi napajanje od modula napajanja do upravljača sustava.



SLIKA 20. Modul napajanja, <http://www.thoratec.com>

#### 4. 4. 1. 5. Pacijentov kabel modula napajanja

Pacijentov kabel modula napajanja povezuje modul napajanja s upravljačem sustava. Veza je ostvarena pomoću priključaka bijelo – bijelo i crno – crno.



SLIKA 21. Kabel modula napajanja, <http://www.thoratec.com>

#### 4. 4. 1. 6. Monitor sustava

Monitor sustava omogućuje stalni nadzor pacijentova sustava HeartMate, programiranje parametara sustava poput brzine pumpe, procjenu i praćenje stanja koja uzrokuju uključivanje alarma, te uvid i pohranu podataka o radu.



SLIKA 22. Monitor sustava, <http://www.thoratec.com>

#### **4. 4. 1. 7. Punjač baterija**

Punjač baterija kalibrira, puni i testira 14 – voltne litij – ionske baterije koje se koriste za napajanje sustava u načinu rada s baterijskim napajanjem.



SLIKA 23. Punjač baterija, <http://www.thoratec.com>

#### **4. 4. 1. 8. Pojas za stabilizaciju**

Pojas za stabilizaciju sprječava micanje perkutanog kabela. Smanjeno gibanje štiti točku izlaza od oštećenja tkiva koje može povećati rizik od infekcije.



SLIKA 24. Pojas za stabilizaciju, <http://www.thoratec.com>

## **4. 4. 2. TUMAČENJE PARAMETARA**

### **Brzina**

Uređaj za potporu lijevom srcu HeartMate II radi stalnom brzinom koju određuje liječnik.

Ograničenje najniže brzine uređaja najmanja je brzina pri kojoj on može raditi, a da stanje pacijenta bude stabilno.

Pri pojavi sukcije, brzina uređaja pada na ograničenje najniže brzine, a zatim raste do stalne brzine ako ne detektira novi događaj koji utječe na indeks pulsatilnosti (IP), u kojem slučaju uređaj ponovo smanjuje brzinu na donju graničnu brzinu, a zatim ju ponovo povećava. Ovaj se ciklus ponavlja sve dok se detektiraju događaji koji mijenjaju indeks pulsatilnosti.

### **Napajanje / Snaga**

Snaga uređaja izravna je mjera napona i struje u pumpi. Promjene brzine pumpe, protoka i fizioloških zahtjeva mogu utjecati na snagu pumpe. Postupno povećanje snage (tijekom sati ili dana) može ukazivati na nakupine tromba unutar pumpe. Ovisno o brzini rada pumpe, vrijednosti snage veće od 10 do 12 watta (W) mogu također ukazivati na prisutnost tromba.

### **Protok**

Protok kroz uređaj i snaga obično održavaju linearan odnos pri odabranoj brzini. Međutim, dok upravljač sustava izravno mjeri snagu, očitani protok procijenjen je na temelju snage.

S obzirom da je na upravljaču sustava prikazani protok izračunata vrijednost, on postaje neprecizan na donjem i gornjem kraju linearnog odnosa snaga-protok.

Svako povećanje snage koje nije u vezi s povećanjem protoka (poput tromba) uzrokuje pogrešno visoko očitavanje protoka. Obrnuto, okluzije u cirkulacijskom krugu smanjuju protok i uzrokuju odgovarajuće smanjenje snage.

### **Indeks pulsatilnosti (IP)**

Kada se lijeva klijetka steže, povećanje ventrikularnog tlaka uzrokuje povećanje protoka pumpe tijekom srčane sistole. Magnituda ovih pulsni promjena protoka mjeri se u intervalima od 15 sekundi i izračunava se srednja vrijednost kako bi se dobio “indeks pulsatilnosti” (u porukama na zaslonu, mjestimično se rabi kratica IP).

Izračunata vrijednost IP predstavlja srčanu pulsatilnost. Vrijednosti IP tipično se kreću od



1 do 10. Magnituda vrijednosti IP u odnosu je s količinom potpore koju pruža pumpa. Veće vrijednosti ukazuju na veće ventrikularno punjenje i višu pulsatilnost (tj. pumpa pruža manju potporu lijevom srcu). Niže vrijednosti ukazuju na manje ventrikularno punjenje i nižu pulsatilnost (tj. pumpa pruža veću potporu i dodatno rasterećuje klijetku).

Vrijednosti IP treba redovito nadzirati. One se ne bi smjele značajno mijenjati u stanju mirovanja. Pod po svemu drugom stalnim uvjetima, značajan pad vrijednosti može ukazivati na smanjenje volumena krvi u optoku. Vrijednosti indeksa pulsatilnosti oko 10 ili više mogu ukazivati na moguće probleme.

#### **4. 4. 3. TRETMAN IZLAZNE TOČKE PERKUTANOG KABELA**

Medicinska sestra koji u smjeni brine o bolesniku na dugotrajnoj mehaničkoj cirkulacijskoj potpori odgovorna je za pripremu pribora i pravilnu izvedbu postupka previjanja izlazne točke perkutanog kabela. Također je odgovorna o svakoj promjeni i odstupanju obavijestiti voditelja smjene te nadležnog liječnika.

Povlačenje ili pomicanje perkutanog kabela može otežati cijeljenje točke izlaza ili oštetiti točku izlaza koja je već zarasla. Trauma rane u ranim stadijima urastanja tkiva može povećati rizik od mogućnosti dobivanja ozbiljne infekcije. Pažljivo oprati ruke svaki puta prije i nakon bilo kakvog kontakta s točkom izlaza perkutanog kabela.

Njega i previjanje izlazne točke perkutanog kabela vrši se svakih 24 sata ili ranije ako dođe do vlaženja. Točka izlaza perkutanog kabela treba se održavati čistom i suhom, zaštititi se sterilnim gazama te iziskuje obavezno svakodnevno nošenje pojasa za stabilizaciju.

Perkutani kabel ne smije se zavrtati niti savijati, jer u protivnom može doći do unutarnjeg oštećenja žica, čak i ako nema vidljivog vanjskog oštećenja. Također tijekom promjene položaja bolesnika, bolesnika se ne smije okretati na trbuh.

Znakovi koji upućuju na infekciju: spontana bol, osjetljivost na palpaciju, otok ili crvenilo mjesta insercije, eksudacija na mjestu insercije.

Ispravan tretman izlazne točke kabela zatvara vrata ulazu infekcije u organizam.

## Priprema pribora i materijala

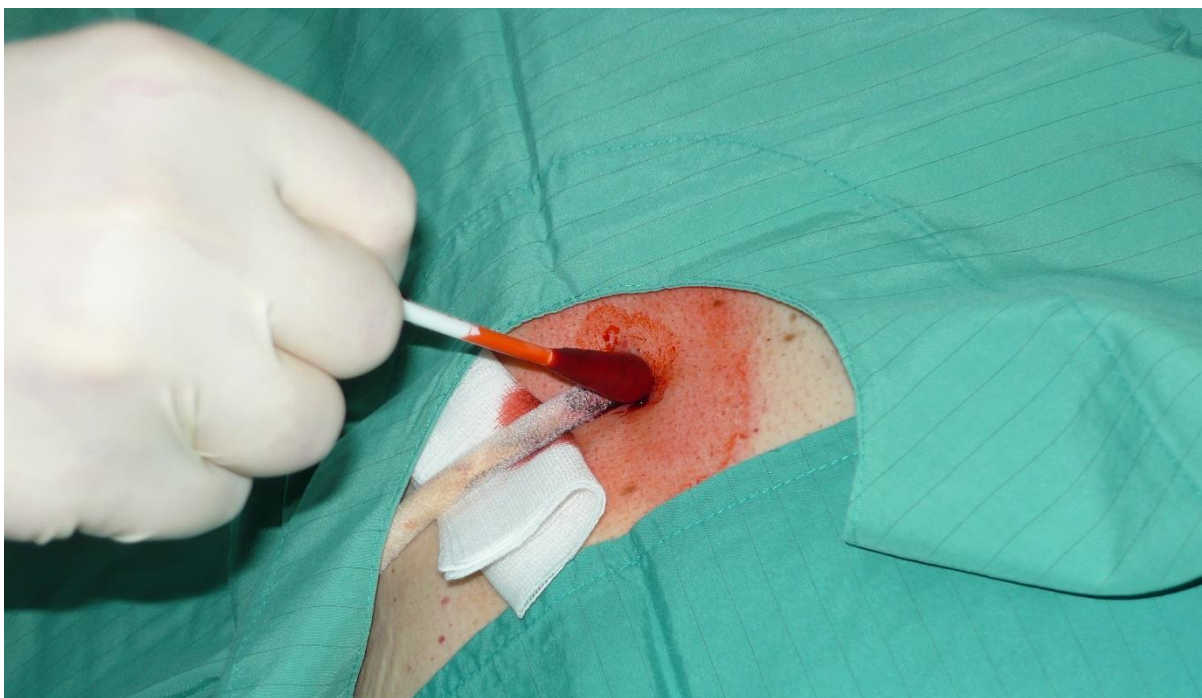
- kapa, maska, sterilne rukavice odgovarajuće veličine 1 par i nesterilne rukavice odgovarajuće veličine 1 par
- antiseptička otopina za pranje Octenisept (oktenidinklorid 0,1 g, fenoksietanol 2,0 g)
- otopina povidon jodida
- sterilan set (četvrtaste sterilne komprese 10 x 10 cm minimalno 5 komada, 5 okruglih tupfera, pinceta, škare, 2 drvena štapića s vatom)
- jednokratna sterilna pokrivka sa rupom ili sterilne komprese od gaze 4 kom za pokrivanje mjesta previjanja
- ljepljivi flaster za fiksaciju, nesterilne škare
- bubrežasta zdjelica



SLIKA 24. Potreban pribor za previjanje, Kbc Zagreb

## Provedba postupka

- predstaviti se pacijentu, objasniti postupak i dopustiti pitanja
- pripremiti pribor za previjanje nadohvat ruke na ravnu podlogu ili kolica, izrezati ljepljive flastere
- sestra opere ruke na higijenski način i obuče čiste rukavice i masku
- skidanje postojeće pokrivke nježnim pokretima pazeći da se ne pomakne kabel i stavljanje iste u bubrežastu zdjelicu ili vreću za otpad
- promatranje mjesta izlaznog dijela perkutanog kabela tražeći znakove infekcije. Ako postoji eksudat, uzima se bris za bakteriološku pretragu i obavještava liječnik
- ponovno pranje ruku i oblačenje sterilnih rukavica
- pokrivanje okolnog mjesta izlazne točke perkutanog kabela sterilnom gazom ili jednokratnom sterilnom pokrivkom
- otopina za pranje polije se na sterilnu gazu ili sterilni štapić iz seta iznad bubrežaste zdjelice tako da osobi koja previja asistira još jedna osoba ili provodi osoba sama ako je vješta pridržavati se tehnika aseptičnog načina rada
- čišćenje kože na izlaznom dijelu perkutanog kabela napravi se tri puta kružnim pokretima od ulaza prema van
- sušenje izlazne točke perkutanog kabela suhim sterilnim gazama iz sterilnog seta
- sterilnim štapićem namočenim otopinom povidon joda prebrisati izlazno mjesto perkutanog kabela



SLIKA 25. Postupak previjanja izlazne točke perkutanog kabela, Kbc Zagreb

- pokrivanje mjesta izlaza kabela sterilnim gazama:
  - 1 tupfer raširiti po dužini te omotati oko kabela
  - 1 tupfer savinuti po pola te podložiti na kožu bolesnika sa donje strane kabela
  - 2 nesavinuta tupfera položiti preko svega





SLIKA 26. I 27. Postupak previjanja izlazne točke perkutanog kabela, Kbc Zagreb

- fiksirati sterilne gaze samoljepljivim flasterom: prvo zalijepiti sa gornje strane, nakon toga užim komadom flastera prelijepiti površinu preko kabela i trećim flasterom sa uzdužnim prorezom obuhvatiti kabel sa donje strane



SLIKA 28. Fiksiranje prevoja perkutanog kabela, Kbc Zagreb

- kabel je potrebno fiksirati još jednim komadom flastera na kožu bolesnika. Odreže se komad flastera, presavine po dužini na pola, prereže na dva mjesta ( bliže središnjem dijelu) do pola i kroz prorez se provuče komad nesterilnog tupfera. Odvojiti papir od ljepljive podloge flastera i u središnji dio staviti nesterilni tupfer veličine 5 x 5 cm koji sprečava iritacije od flastera na koži bolesnika



- zaljepiti flaster na kožu bolesnika, blizu izlaznog dijela kabela, položiti na to kabel te isti uvezati. Krajeve vezica uljepiti još dodatno jednim komadom ljepljivog flastera



SLIKA 29. i 30. Fiksiranje prevoja perkutanog kabela, Kbc Zagreb

- nakon previjanja bolesniku obavezno staviti stabilizacijski pojas
- raspoređiti upotrebljeni pribor, oprati higijenskim načinom ruke te postupak evidentirati u Sestrinsku dokumentaciju -e njege

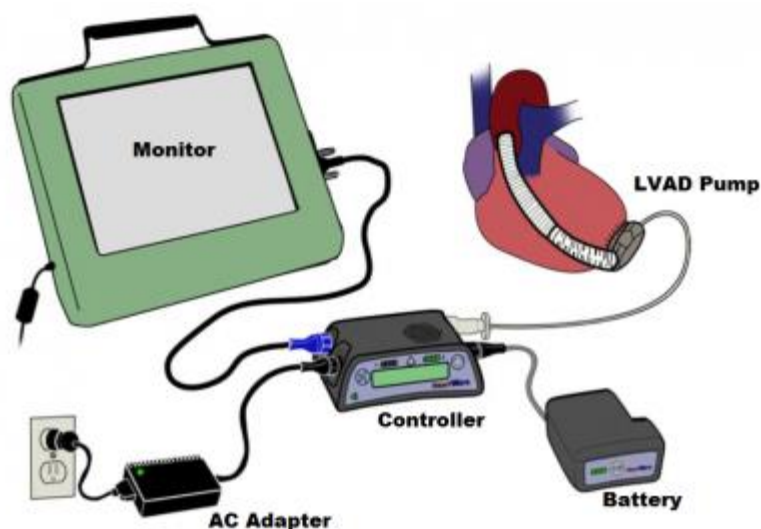


#### ***4. 5. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOM SRCU– HEART WARE***

#### **4. 5. SUSTAV ZA POTPORU LIJEVOM SRCU – HEART WARE**

Sustav za potporu lijevom srcu, Haert Ware namijenjen je premoštenju do transplantacije srca u pacijenata kod kojih postoji rizik od refraktornog zatajenja srca u završnoj fazi. Sustav također ima i kontraindikacije za ugradnju, a to su sljedeće:

- pacijenti male tjelesne površine (manjom od 1,2 m<sup>2</sup>)
- pacijenti koji ne podnose antikoagulacijsku terapiju
- trudnoća



SLIKA 31. Sustav za potporu lijevom srcu - Heart Ware, [www.heartware.com](http://www.heartware.com)

Sustav je dizajniran da pomaže lijevom ventrikulu. Koristi centrifugalnu pumpu za krv koja se implantira u perikardijalni prostor od apeksa lijevog ventrikula do ascendentne aorte. Perkutani kabel povezuje pumpu s vanjskim regulatorom. Regulator koji napajaju dvije baterije ili jedna iz zidne ili utičnice u automobilu, regulira rad pumpe i nadzire sustav. Monitor se koristi za prikaz rada sustava i promjenu radnih parametara regulatora.

#### 4. 5. 1. OSNOVNI DIJELOVI SUSTAVA:

##### A) PUMPA

Mala trajna pumpa ima istisni volumen od 50 ccm i teži 160 grama. Pumpa ima jedan pokretni dio, impeler, koji vrti krv kako bi generirao protok do 10 l / min.

Lopatice impelera guraju tekućinu kroz pumpu pomoću hidrodinamičkih i centrifugalnih sila.



SLIKA 32. Pumpa uređaja Heart Ware, [www.heartware.com](http://www.heartware.com)

Postoje tri putanja protoka kroz pumpu:

- a) primarni put je za ulaz krvi u kanilu ulaznog protoka iz lijevog ventrikula, prolazak krvi kroz utore impelera i izlazak iz pumpe kroz graft izlaznog protoka i u aortu
- b) sekundarna putanja je za protok krvi od utora impelera, ispod impelera i prema gore do razmaka između impelera i središta pumpe te za ponovni ulazak u primarnu putanju protoka
- c) tercijarna putanja je za protok krvi od utora impelera do vrha impelera, gdje krv ponovo ulazi u utore impelera.



SLIKA 33. Kretanje protoka kroz pumpu, [www.heartware.com](http://www.heartware.com)

## B) REGULATOR

Regulator/upravljač je jedinica koja upravlja radom sustava Heart Ware. Šalje napajanje i signale za rad pumpi krvi te od pumpe prikuplja podatke. Perkutani kabel upravljača povezan je s dva izvora napajanja – adapterom za izmjeničnu ili istosmjernu struju i / ili punjivim baterijama. Unutarnje punjive baterije koje se ne mogu mijenjati u regulatoru koriste se za napajanje zvučnog alarma "nema napajanja" ako su oba izvora napajanja odvojena.



SLIKA 34. Upravljač sustava Heart Ware, <https://www.google.hr>

### C) MONITOR

Monitor je tablet računalo s dodirnim zaslonom koji prikazuje podatke o pumpi, omogućuje korisnicima prilagodbu parametara pumpe, nadzire sustav i izvještava o pogreškama sustava i stanjima alarma.

Za pristup podacima sustava i upravljanje radom pumpe na monitoru postoji 5 ikona. Te su ikone prikazane na svim zaslonima, a strelice pored ikone označavaju prikazani zaslon.

Trenutačno stanje pumpe prikazano je duž lijeve strane svih zaslona. Parametri uključuju prosječni protok krvi pumpe (L/min), brzinu (RPM – okretaja/min) i snagu (Wati).



SLIKA 35. Monitor u sustavu Heart Warea, <https://www.google.hr>

### D) IZVORI NAPAJANJA ZA KONTROLER HEART WAREa

Kontroler ima dva izvora napajanja: dvije baterije ili jedna baterija i adapter za izmjeničnu ili istosmjernu struju.

Tijekom aktivnosti pacijent treba dvije baterije, dok tijekom odmora ili spavanja pacijenti bi trebali koristiti napajanje iz strujne utičnice.

Baterije je potrebno zamijeniti kada njihova razina padne ispod 25 % kapaciteta. Obično baterije ako su napunjene drže 4 – 6 sati.

### **E) PUNJAČ BATERIJA**

Punjač baterija koristi se za istodobno punjenje četiri baterije.



SLIKA 36. Punjač baterija za Heart Ware, <https://www.google.hr>

#### ***4. 6. IZVANTJELESNA MEMBRANSKA OKSIGENACIJA – ECMO/ECLS***

#### **4. 6. IZVANTJELESNA MEMBRANSKA OKSIGENACIJA – ECMO/ECLS**

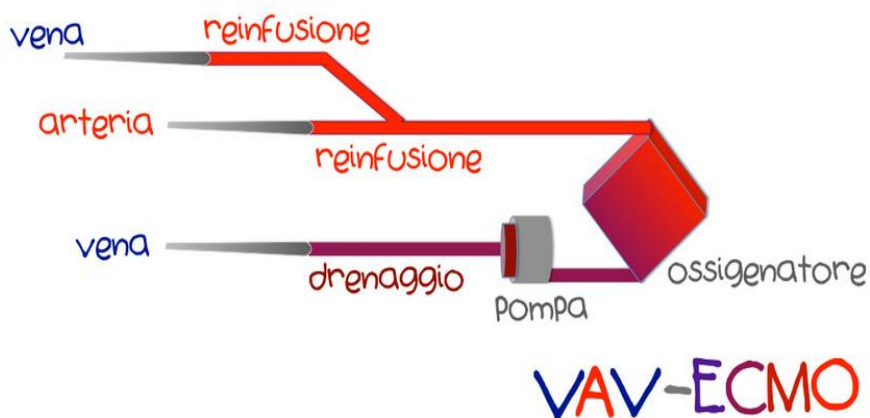
Vantjelesna membranska oksigenacija (ECMO) je upotreba mehaničkog uređaja za privremenu (dana do mjeseci) podršku srcu ili plućnoj funkciji (djelomično ili potpuno) tijekom kardiopulmonalnog neuspjeha, što dovodi do oporavka organa ili zamjene.

ECMO se sastoji od tehnika za održavanje života na temelju skretanja pacijentove venske krvi prema umjetnom izmjenjivaču plinova, koji pruža krvi oksigenaciju i dekarboksinaciju. Nakon toga, oksigenirana krv vrati se pacijentu.

Krvotok može biti preusmjeren cijevima na arterijsku ili vensku cirkulaciju, preko središnje ili periferne kanilacije.

U venoarterijskim postavkama, membrana pluća radi paralelno s prirodnim plućima i izvantjelesna krvna pumpa pruža podršku cirkulaciji. U venovenskim postavkama, membrana pluća je u seriji do prirodnih pluća i krvna pumpa ne pruža podršku sistemske cirkulaciji.

Dakle, venoarterijski ECMO (VA ECMO) zamjenjuje funkciju srca i pluća i može se primijeniti kod srčanog i plućnog zatajenja, a venovenski ECMO (VV ECMO) zamjenjuje samo nativnu plućnu funkciju i koristi se kod zatajenja disanja.



SLIKA 37. ECMO SISTEM, <https://www.google.hr>

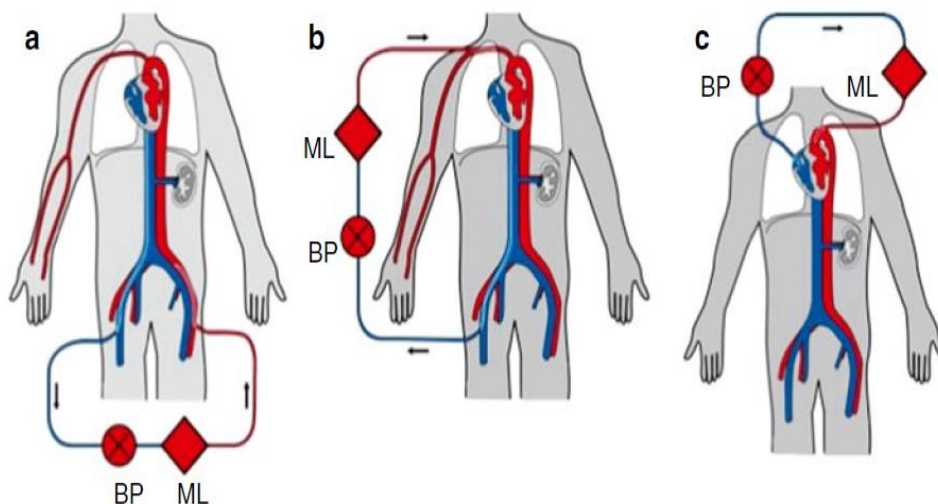


#### 4. 6. 1. KANILACIJA

Postoje dva osnovna tipa kanilacije, a to je:

1. Centralna (transtorakalna) kanilacija koja se izvodi za potrebe ECMO/ECLS, i to pri otvorenom medijastinumu. Kanilira se desni atrij i aorta.
2. Periferna kanilacija: izvodi se perkutanom tehnikom (Seldinger) insercije ili kirurškom eksploracijom i zaomčavanjem krvnih žila te postavljanjem kanila u velike krvne žile perifernog sustava. „Ulazna/inflow“ kanila (venska linija) postavlja se na desnu femoralnu venu. Promjer „ulazne/inflow“ kanile u rasponu je 18-26 Fr (najčešće 19 Fr). „Ulazna“ kanila fiksira se izvana šavovima za kožu.

Kod odraslih bolesnika najčešće se kao mjesto postavljanja „izlazne/outflow“ kanile (arterijska linija) koristi femoralna arterija lijevo, zdjelična arterija, te aksilarna arterija. U slučaju kirurškog postavljanja „outflow“ kanile, s ciljem prevencije ishemije distalnog segmenta ekstremiteta moguće je postavljanje ogranka „outflow“ kanile na distalni segment arterije femoralis (promjer 10 Fr).



SLIKA 38. ECMO kanilacija, Prema: Sangalli F., Patroniti N., Pesenti A. (2014), str. 32.

#### **4. 6. 2. ECMO CIRKULACIJSKI KRUG**

ECMO cirkulacijski krug za odraslog bolesnika obično se sastoji od ulazne kanile (venska kanila), cijevi od polivinil klorida (PVC) 3/8 " promjera, centrifugalne pumpe, izmjenjivača topline uklopljenog u membranu oksigenatora izrađenu od polimetilpentena (PMP) i izlazne kanile koja prenosi oksigeniranu krv (arterijska kanila).

Krug je obično vrlo kompaktan, s nekim fleksibilnostima za transport, mobilizaciju i zdravstvenu njegu bolesnika u intenzivnoj njezi. ECMO cirkulacijski krug ima više mjesta za nadzor, a nadzor uključuje mjerenje tlaka, uzorkovanje krvi i kontinuiranu analizu parametara krvi u ulaznoj ili izlaznoj liniji.

Također je moguće spojiti sustav za hemodijalizu na ECMO sustav, u skladu s radnim svojstvima tih uređaja.

**Sigurnosna provjera ECMO cirkulacijskog kruga** sadrži sljedeće:

- Pregled sustava od arterijske do venske kanile i detekcija ugrušaka, zraka, fibrinskih niti ili curenja. Procjena funkcije izmjenjivača topline, oksigenatora te glave krvne pumpe. Provjera dužine kanile izvan tijela, svih konekcija te šavova kojim su kanile pričvršćene za kožu.
- Pregled postavki alarma (broj okretaja, protok pumpe, postotak kisika, smjesa plinova)
- Pregled vrijednosti tlakova u kanilama
- Pregled zadane vrijednosti izmjenjivača topline te usporedba sa tjelesnom temperaturom bolesnika
- Provjera izmjenjivača plinova, konekcije (centralni sustav dotoka ili plinovi u boci te njihova količina) te vrijednosti
- Provjera strujnog napajanja
- Provjera kočnice kreveta i kolica na kojima stoji ECMO uređaj ( kočnica zakočena!!!)
- Provjera prisutnosti klema uz krevet, minimalno 3
- Provjera dostupnosti zamjenskih dijelova (zamjenska pumpa, set)

- Provjera prisutnosti plazmaekspandera na kolicima te količina krvi u frižideru ili transfuziji (potrebno min. 2 doze)

### **Centrifugalne krvne pumpe za vantjelesnu membransku oksigenaciju**

Centrifugalne crpke su neokluzivne, i kao takve, postoji opasnost da omoguće povrat krvi protiv struje kroz pumpu. To je razlog da su neke konzole opremljene antirefleksnim sustavom koji prati. ECMO centrifugalne crpke su vođene elektromagnetskim motorom i koriste načela centrifugalnih sila za generiranje protoka, koji je stvoren rotacijom češera, peraja ili lopatica i rotora.



SLIKA 39. Vrste pumpi:

- ( a ) Centrifugal pump console, Revolution of Sorin Group.
- ( b ) Affinity CP of Medtronic
- ( c ) CentriMag of Levitronix
- ( d ) Cardiohelp System of Maquet
- ( e ) Rotaflow of Maquet
- ( f ) DeltaStream of Medos. Prema: Sangalli F., Patroniti N., Pesenti A. (2014), str. 69.

## **Membranski oksigenator**

Membranski oksigenator stavlja se distalno od centrifugalne pumpe. Njihova fizička svojstva su napravljena da zadovolje potražnju za razmjenom plinova i termičku razmjenu.

Obično su opremljeni izmjenjivačem topline napravljenim od poliuretana, poliestera ili nehrđajućeg čelika. Ovisno o modelu, površina izmjenjivača topline varira od 0,14-0,6 m<sup>2</sup>. Ovo područje tvori toplinski most i omogućava pacijentu da se ili grije ili hladi.

Za ECMO oksigenator koriste se različite vrste membrana. Postoje membrane od silikonskog kaučuka, selektivno propusne ili od polimetilpentena (PMP). Ovisno o modelu, površina membrane varira od 1,2-1,9 m<sup>2</sup>.

Razmjena plinova difundira kroz membranu, zbog djelomičnog gradijenta tlaka na obje strane membrane.

Mikser plinova za miješanje zraka i O<sub>2</sub> je spojen na oksigenator dozvoljavajući selektivno podešavanje O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>.

Posebno, protok mješavine plinova određuje eliminaciju CO<sub>2</sub> i koncentraciju kisika smjese od FiO<sub>2</sub> 21 - 100% i upravlja prijenos kisika u krvi.

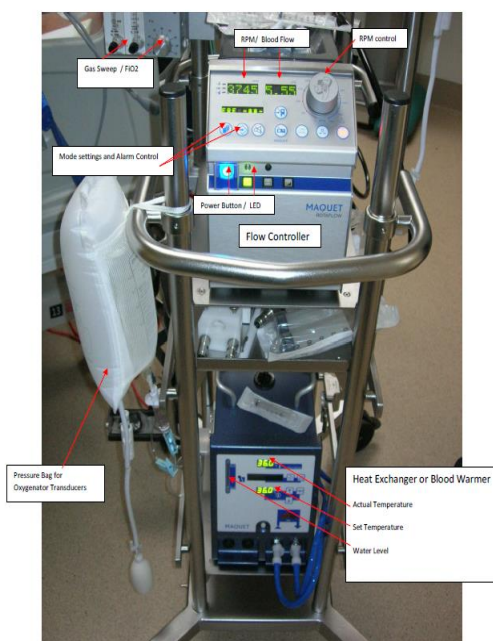
Pad tlaka u oksigenatoru ovisi o fizičkim karakteristikama ili varijacijama njegovog unutarnjeg otpora tijekom uporabe ECMOa (uključujući temperaturu, viskoznost i stvaranje tromba u membrani). To se mjeri prije-i post kisik gradijentom tlaka. Povećanje tlaka oksigenatora može ukazivati na pogoršanje hemodinamike u samoj membrani, što zauzvrat može utjecati na transfer plinova i treba potaknuti razmatranje u vezi mijenjanja oksigenatora.

## **ECMO konzola**

Moderne se ECMO konzole koriste za kontinuirani nadzor protoka, tlakova u arterijskoj i venskoj kanili, brzine okretaja u minuti, venske saturacije, detekcije zraka u sustavu te opsežnog sustava alarma koji služi da ukoliko dođe do pojave viših ili nižih vrijednosti koje su određene postavljenim granicama da uključi zvučni i svjetlosni alarm kako bi se što ranije otklonio nastali problem. Monitoring tlaka u cijevima služi da se prevenira perforacija kanile koja može nastati kod previsokog tlaka u arterijskoj kanili prilikom npr. mehaničke opstrukcije kanile, tzv. „knikanje“.

Zrak u sustavu je vrlo česta opisana komplikacija bolesnika na ECMO-u. Uporaba detektora zraka, „bubble detector“ smatra se esencijalnim za sprječavanje zračne embolije. Bubble detector je ultrazvučni skener koji okružuje arterijsku kanilu te ukoliko dođe do očitavanja veće količine zraka uključuje automatsko zaustavljanje uređaja/ECMO-a, ili ukoliko se radi o mikro embolusima tada prvo uključuje zvučni i vizualni alarm.

Mjerač oksigenacije koristi optičku tehnologiju što je neinvazivan postupak te nam pruža kontinuirano mjerenje oksigenacije venske i/ili arterijske krvi u kanilama. Kod VA postupka naglasak je na mjerenju venske saturacije što je u korelaciji sa miješanom venskom saturacijom. Pad venske saturacije ukazuje nam na povećanu potrošnju kisika ili nedostatnu oksigenaciju te potrebu za korekcijom protoka, nadoknadom eritrocita ili potrebom za većom sedacijom. Dodatni parametar mjerača oksigenacije je kontinuirano mjerenje hematokrita.



SLIKA 40. ECMO konzola, Royal Adelaide Hospital. ECMO – Nursing Care and Responsibilities. Str. 12.

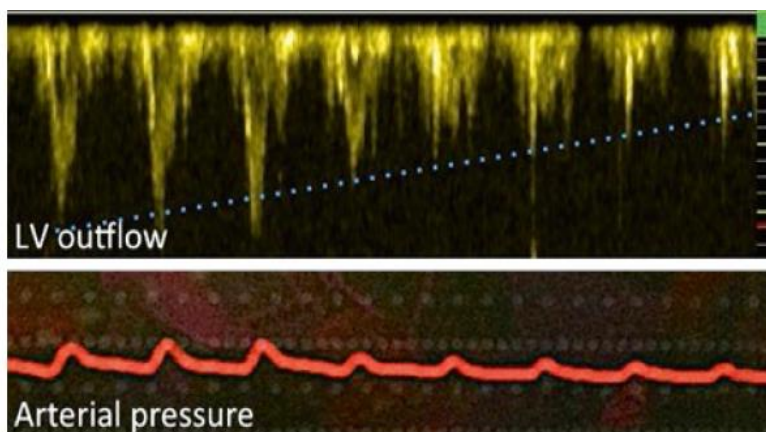
#### 4. 6. 3. KLJUČNE TOČKE ZA UPRAVLJANJE BOLESNIKOM NA ECMOu

##### **Hemodinamika:**

Tijekom VV podrške pacijent ovisi o vlastitoj hemodinamskoj fiziologiji. Odgovarajući lijekovi i infuzije koriste se za kontrolu srčanog udarnog volumena, krvnog tlaka i otpora.

Tijekom VA podrške hemodinamikom upravlja protok krvi (protok pumpe plus prirodni cardiac output) i otpor u krvnim žilama.

Kada je pacijentova cirkulacija u potpunosti podržana potporom centrifugalne pumpe, prirodno izbacivanje krvi iz srca je gotovo ukinuto i arterijski tlak u arterijskim linijama postaje spljošten i više krvi je preusmjereno kroz izvantjelesni krug.



SLIKA 41. Krivulja arterijskog tlaka sa gubitkom pulsabilnosti. Prema:

Sangalli F., Patroniti N., Pesenti A. (2014), str. 34.

Uvijek treba promicati određeni stupanj pulsabilnosti i održavati kako bi se spriječila stagnacija krvi u lijevoj komori i formiranje intrakardijalnih ugrušaka i uslijedio rizik od embolije.

Osim toga, ako je sistemski tlak perfuzije nedovoljan (smanjeno izlučivanje urina, loša perfuzija), tlak se može povećati dodatkom krvi ili niske doze lijekova za porast krvnog tlaka.

Kod bolesnika u septičkom šoku sistemska vazodilatacija zahtijeva korekciju krvnog tlaka lijekovima.

Iako srednji arterijski tlak može biti nizak, sistemska perfuzija može biti potpuno zadovoljavajuća. Sistemska perfuzija najbolje se mjeri mješovitom venskom zasićenošću krvi. Ako je vensko zasićenje veće od 75% sistemska isporuka kisika je primjerena, iako tlak može biti nizak. Ako sistemska isporuka kisika nije adekvatna (venska zasićenost manje od 70%) primjereno je povećanje protoka pumpe do postizanja adekvatne perfuzije. Ako je potrebno dobiti dodatni krvni protok, vrijedi razmisliti o prednostima primjene krvi i kristaloidnih otopina.

Saturaciju O<sub>2</sub> treba pratiti u desnoj ruci zbog anatomije same cirkulacije. Dobivena vrijednost može djelovati kao vodič za učinkovitu procjenu perfuzije mozga.

### **Neuro-vaskularna zapažanja:**

Arterijska kanilacija za razliku od venske kanilacije povezana s većim rizikom od ishemije ekstremiteta. Odsutnost pulsnog protoka krvi komplicira neuro-vaskularnu procjenu. Boja, toplina i kapilarno punjenje određenog ekstremiteta treba ocjenjivati iz sata u sat.

Procjena doplerom odražava kontinuirani tok.

### **Upravljanje ventilatorom:**

Da li je pacijent bilo na VV ili VA načinu rada, ventilator bi trebao biti na niskim postavkama i dopustiti ostale radnje samim plućima. Pretpostavlja se da minimalizacija parametara ventilacije bolje olakšava venski povrat i stoga dokazano poboljšava cardiac output.

Vrijednosti pacijentovih plinova u arterijskoj krvi su rezultat krvi koja se uljeva i miješanje s krvi u aorti (VA) ili desnoj pretklijetki (VV).

Ulijevana ili infundirana krv tipično ima sljedeće vrijednosti: pCO<sub>2</sub> 40 mmHg, PO<sub>2</sub> 500mmHg, zasićenje 100%, sadržaj kisika 22 ccO<sub>2</sub>/dl.

U VV modu infundirana krv se miješa s povratnom sistemskom venskom krvi. Kao tipičan protok krvi, odnosno omjer krvi koja se uljeva do deoksidirane krvi desnog atrija obično iznosi oko 3: 1. To rezultira pCO<sub>2</sub> 41, PO<sub>2</sub> 40, zasićenje 80%, sadržaj kisika 17ccO<sub>2</sub>/dl u plućnoj arteriji. Važno je shvatiti da sustavno zasićenje arterijske krvi oko 80% je tipično za

vrijeme VV podrške. Tako dugo dok hematokrit je više od 40% i srčana funkcija je dobra, sustavna isporuka kisika će biti adekvatna.

U načinu VA ECMOa infundirana krv miješa se s krvlju u aorti. Omjer krvi ulijevanja nativnom aortnom protoku iznosi oko 8: 1.

Ako je plućna funkcija normalna (radi se samo o srčanoj potpori) i FiO<sub>2</sub> je 0,2, to rezultira vrijednostima: pCO<sub>2</sub> 40, PO<sub>2</sub> 200, saturacijom 100%, sadržaj 21ccO<sub>2</sub>/dl. Ako nema izvornih funkcija pluća to miješanje rezultira sljedećim vrijednostima: pCO<sub>2</sub> 40,5, PO<sub>2</sub> 100, saturacijom 98%, sadržaj 20ccO<sub>2</sub>/dL.

NAPOMENA: Ako ulijevana krv ide u femoralne arterije i protok je retrogradan, miješanje će se pojaviti negdje sredinom aorte, veći protok rezultira većom razinom miješanja.

## **Sedacija**

Pacijent mora biti temeljito uspavan u prvih 12 do 24 sati. Svrha je da se izbjegne spontano disanje što bi moglo dovesti do pojave zračne embolije tijekom kanilacije, kako bi se smanjio metabolizam, kako bi se izbjegle kretanje ( što može otežati postupak kanilacije), a sa druge strane da se postigne udobnost pacijenta. Nakon što je pacijent hemodinamski stabilan primjenu lijekova treba zaustaviti dovoljno dugo kako bi se mogao napraviti temeljit neurološki pregled. Zatim se sedacija i analgezija može nastaviti, ovisno o pacijentovoj razini svijesti.

Primarni razlog za umirenje tijekom VV ecls je tolerirati endotrahealnu intubaciju.

Sedacija treba biti minimalna, ali je važno kako bi bili sigurni da pacijent nema rizik od izvlačenja kanile ili presavijanja cijevi. Ako je venska kanila ograničena iz bilo kojeg razloga, protok krvi ne može biti adekvatan za podršku sistemske perfuzije ili razmjenu plinova. To je često slučaj, ako je pacijent nemiran, tjeskoban, kreće se ili kašlje.



## **Volumen krvi, ravnoteža tekućine i hematokrita**

Kao i kod bilo kojeg kritično bolesnog pacijenta, krajnji cilj upravljanja je adekvatna vrijednost hematokrita, normalna tjelesna težina (bez preopterećenja tekućinom), i normalan volumen krvi

Cilj upravljanja tekućinom je vratiti volumen izvanstanične tekućine na normalu i tako ga održavati. Razlog tome je što edem uz još primarni problem može izazvati zatajenje pluća i miokarda. Postizanje normalnog vanstaničnog statusa može biti teško u bolesnika koji su u sepsi i imaju aktivno propuštanje kapilara za plazmu u izvanstanični prostor.

Kada je pacijent hemodinamski stabilan (obično 12 sati) treba krenuti s diureticima i primjenjivati dokle je potrebna ravnoteža. Ako diuretski odgovor na diuretik nije dovoljan za postizanje negativne ravnoteže tekućine ili ako pacijent ulazi u otvoreno zatajenje bubrega, kontinuirano se dodaje hemofiltracija.

### **4. 6. 5. DNEVNA SKRB ZA BOLESNIKA NA ECMOu:**

Dnevna skrb u jedinici intenzivnog liječenja je temeljna terapijska intervencija. Uglavnom se izvodi za poboljšanje higijene bolesnika, poboljšanje udobnosti pacijenta, sprječavanje jatrogenih infekcije i procjenu cjelovitosti kože. Pacijenti u ECMO su općenito nestabilni i njega može biti izazovna i opasna intervencija zbog stroge ovisnosti pacijenta o oksigenaciji, zbog antikoagulantne terapije pa takvi pacijenti imaju pojačanu sklonost krvarenjima i moguće dekanilacije. Ona se sastoji u potpunom kupanju u krevetu.

Higijena usne šupljine provodi se nježnim pokretima kako bi se izbjegla trauma oralne sluznice. Postupak se provodi ujutro i navečer kao sastavni dio održavanja osobne higijene te nakon uzimanja obroka kod bolesnika koji su na peroralnoj prehrani. Ako bolesnik može sam napraviti toaletu usne šupljine sestra mu treba dodati četkicu sa pastom i objasniti mu da četka u smjeru naprijed - natrag kružnim pokretima, sa vlaknima četkice postavljenim pod kutom od 45 stupnjeva povlačeći zubno meso prema dolje. Četkati treba unutarne i vanjske plohe zuba i jezika.

Kod bolesnika sa endotrahealnim tubusom i onih koji se ne hrane na usta, njegu usne šupljine provodi medicinska sestra i to minimalno 4 puta dnevno, po potrebi i češće. Koristi se plak-

vak suction četkice koja je nastavkom spojena na aspirator ili se higijena provodi običnom silikonskom četkicom uz istovremenu aspiraciju kateterom za vrijeme čišćenja zuba.

Kod pacijenata na mehaničkoj ventilaciji koji pružaju otpor treba primijeniti sedaciju.

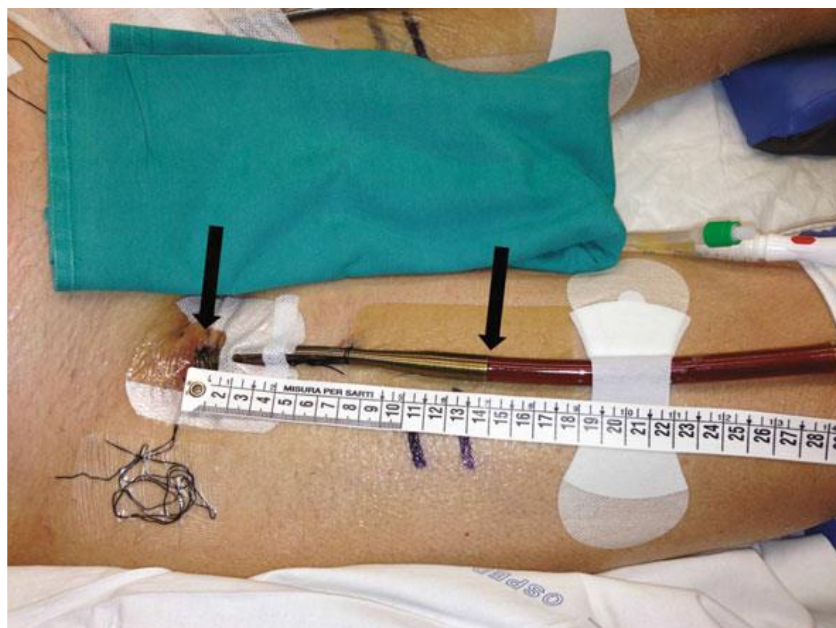
Položaj endotrahealne cijevi treba mijenjati dva do tri puta uz postupak provedbe toaleta usne šupljine. Postupkom djelujemo također na očuvanje oralne sluznice i kuta usana i sprečavamo nastanak dekubitusa na tom samom području. Isto vrijedi i za zaštitu nosnice od nazogastrične sonde. Položaj fiksacije flasterima mijenjamo minimalno jednom dnevno.

Za brijanje dlaka također se preporuča upotreba električnog brijača.

Postupak bronhoaspiracije provodi se pomoću sustava zatvorene bronhoaspiracije. Upotrebom sistema za zatvorenu sukciju dolazimo do smanjenja kontaminacije bakterijama, smanjenja rizika za nastanak infekcije pluća i u konačnici smanjenja trajanja i cijene liječenja. Mijenjanje sistema vrši se svakih 24 sata.

Prevoj kanila treba napraviti kada postoji značajna količina sekreta ispod samoga prevoja ili kada prevoj više nema svoju funkciju i nije siguran. Promjenu prevoja preporuča se da izvode dvije medicinske sestre. Jedna će nježnim pokretima ukloniti postojeći prevoj, dok druga pridržava kanilu u istoj poziciji. Na samom ulazu, kanile nisu zašivene za kožu pa prilikom njege prati se ulazni dio kanile (mogućnost kretanja same kanile) i znakovi koji bi ukazivali na nastanak infekcije. Previjanje se vrši antiseptičnom otopinom (Octenisept). Ako ulazno mjesto djeluje sumnjivo, treba uzeti bris tog dijela na mikrobiologiju. Kanile se fiksiraju prozirnom oblogom, kako bi ulazno mjesto bilo vidljivo i nakon toga svaki sat treba vršiti provjeru dužine same kanile.

Dužina kanile koja se mjeri obuhvaća dužinu od ulaznog dijela do ruba gdje se metalni dio kanile spaja sa cijevima.



SLIKA 42. Mjerenje dužine kanile. Prema: Sangalli F., Patroniti N., Pesenti A. (2014), str. 347.

Također svaki sat treba provesti procjenu perifernih pulseva, temperaturu kože i boju te obujam ekstremiteta na istom mjestu kako bi izbjegli nastanak ishemije donjih ekstremiteta.

Konačno, ako je pacijent jako nestabilan, za primjer, u tijeku aktivnog krvarenja, dnevna skrb mora se odgoditi ili ne biti uopće izvedena.

#### 4. 6. 4. 1. Sestrinska dnevna lista za procjenu

IME I PREZIME BOLESNIKA:

DATUM/ECMO DAN:

PREVOJ KANILA:

DIJAGNOSTIKA:

HEMOKULTURE:

ECHO:

DEKUBITUS:

CVVHD:

INTERVENCIJE:

BRONCH.:

NEUROLOŠKA PROCJENA:

CT:

AVPU:

WEANING STUDY:

RESULTS	06	11	15	18	21	24
Haemoglobin						
CRP						
Trombociti						
APTV						
AT III						
Sl. Hgb u plazmi						
D Dimeri						
ACT						
Heparin i.j.						

	Pao <sub>2</sub>	PaCo <sub>2</sub>
Pre Oxygenator		
Post Oxygenator		

SLIKA 43. Sestrinska lista za dnevnu procjenu bolesnika na ECMOu, Kbc Zagreb

#### 4. 6. 4. 2. Sestrinska lista za procjenu bolesnika svaki sat

	PULS	MAP	CVP	SaO <sub>2</sub>	Temp.	Urin ml/h	Pump Flow	Pump Speed	Fresh Gas Flow	FiO <sub>2</sub> Oxygenat or	Oxygenat or: ugrušci	Dužina kanile	Periferni puls	Obujam ekstremi teta
1.														
2.														
3.														
4.														
5.														
6.														
7.														
8.														
9.														
10.														
11.														
12.														
13.														
14.														
15.														
16.														
17.														
18.														
19.														
20.														
21.														
22.														
23.														
24.														

POTPIS :

Slika 44. Sestrinska lista za procjenu bolesnika na ECMOu svaki sat, Kbc Zagreb

#### **4. 6. 5. ODVAJANJE OD ECMOa:**

##### A. Most do oporavka (postcardiotomy, akutni MI, miokarditis)

Rani znakovi oporavka očekuju se tjedan dana od uvođenja.

Protokol odvajanja sastoji se u postepenom smanjenju podrške ECMO pumpe ( 50%, a zatim na 25% ) u koracima do 0.5 L - 1.0 L / min. Ovaj protok održava se oko 40-60 minuta uz vrijednost ACTa 180-200 sekundi. Neuspjeh u porastu cardiac outputa i punjenosti tlaka uz znakove neadekvatne periferne perfuzije (porast razine laktata u krvi, značajno smanjenje venske saturacije), povezano uz loš ultrazvučni nalaz iziskuje vraćanje potpore ECMOm.

Kada hemodinamski parametri ostaju stabilni, bez dodatka ili uz niske razine inotropa i Adekvatan srčani indeks ( $CI > 2,2 \text{ l/min/m}^2$ ), wedge  $<18 \text{ mmHg}$ , a središnji venski tlak  $<15 \text{ mmHg}$ , uzima se u obzir uklanjanje ECMOa.

Olakšano odvajanje od ECMOa moguće je uz primjenu Levosimendana.

Njegove osebujne karakteristike čine ga obećavajućim lijekom u tom okruženju: on poboljšava i sistoličku i dijastoličku funkcija bez promjene ravnoteže miokarda kisikom uz smanjenje afterloada i jačine upalne reakcije.

Primjenjuje se prosječna doza od 0,1 mcg/kg/min tijekom 24 sati, a nakon toga pokušava se odvajanje.

##### B. Most do VADa

Prijelaz na VAD kada krajnji organi ostanu očuvani, neurološki intaktni, obnovljena bubrežna funkcija i funkcija jetre, nema plućnog edema i idealno u vremenskom periodu od tjedan dana.

## **5. ANTIKOAGULANTNA TERAPIJA ZA BOLESNIKE NA MEHANIČKOJ CIRKULACIJSKOJ POTPORI**

Procjena koagulacije u kritično bolesnih pacijenata je složen, a dodatak vantjelesnih krugova i antikoagulacijski povećava značajno taj stupanj složenosti.

Značajno ograničenje svih testova navodi se da nisu dobro standardizirani. Na taj način, npr. ACT vrijednost (ili vrijednost anti-Xa,...) izvedena u jednom stroju ili jednom laboratoriju, može uvelike se razlikovati od rezultata dobivenih iz istog uzorka u drugom laboratoriju.

U konačnici, svaka bolnica prati antikoagulantni učinak na način koji je najbolji za njihove pacijente.

### **5. 1. TESTOVI:**

#### **5. 1. 1. Aktivirano vrijeme zgrušavanja (ACT)**

ACT je korišten desetljećima i dan danas je najčešće korišten test za korekciju antikoagulantne terapije.

Test za aktivirano vrijeme zgrušavanja (ACT) koristi punu krv koja se miješa sa aktivatorom ugruška (celita, kaolin, staklenih zrnaca, itd.) da se dobije test hemostaze. Na rezultate ACTa može utjecati, anemija, hipofibrinogenemija, trombocitopenija i drugi nedostatak faktora koagulacije. Hipotermija također može utjecati na rezultat ACTa.

Test ima nisku cijenu uređaja i dostupan je 24 sata dnevno uz krevet bolesnika.

#### **5. 1. 2. Anti-faktor Xa aktivnost (anti-Xa)**

Kliničari povremeno rade anti-Xa test da bi nadgledali i prilagodili nivoe pacijentovog nefrakcioniranog heparina. Anti-Xa nije mjera koncentracije antikoagulantne terapije, nego mjera djelovanja terapije na sposobnost katalize.

Ova hromogena metoda generalno sadrži vanjski faktor Xa i antitrombin (AT), oba u višku kao i hromogeni supstrat za faktor Xa. Neke verzije testa koriste umjesto egzogenog, pacijentov AT (inhibitor serin protease). U bilo kojem pristupu, heparin prisutan u uzorku gradi kompleks sa AT i ovaj kompleks inhibira faktor Xa. Rezultati se izražavaju kao anti Xa aktivnost u jedinicama po mL (U/mL).

### **5. 1. 3. Aktivirano parcijalno tromboplastinsko vrijeme (APTV)**

APTV je plazma test koji koristi aktivator (silika, elagijska kiselina), kalcij i fosfolipide, za mjerenje vremena za formiranje fibrina.

APTV je mjera jednog dijela sustava zgrušavanja poznato kao "unutarnja staza". Visoka razina ukazuje na abnormalno zgrušavanje.

### **5. 1. 4. Protrombinsko vrijeme (PV)**

Protrombinsko vrijeme (PV) je najčešće korišten, globalni koagulacijski test za otkrivanje poremećaja zgrušavanja kao i za praćenje antikoagulantne terapije. Negdje se još koristi i naziv Quickov test. Vrijednosti testa izražene su u postotku ( $1.0 = 100\%$ ). Normalna vrijednost PV-a je jednako ili više od 0.70. Snižene vrijednosti ukazuju na povećanu sklonost krvarenju.

### **5. 1. 5. D – dimeri**

Test koji je često u upotrebi za procjenu hemostatske funkcije je D-dimer. Ovaj degradacijski produkt zrelog umreženog fibrina nastaje akcijom enzima plazmina na fibrin, a povišeni nivo je indikator tromboze. Određivanje D-dimera se koristi zbog njegove visoke negativne prediktivne vrijednosti za trombozu. Kada je koncentracija u svojim referentnim vrijednostima, kliničari mogu isključiti suspektu duboku vensku trombozu (ili plućnu emboliju). Pacijenti koji su doživjeli traumu, operaciju ili trudnice često imaju povišene vrijednosti D-dimera.

### **5. 1. 6. Antitrombin ( AT )**

Antitrombin prije nazivan i AT III, je vitamin K neovisni glikoprotein koji je glavni inhibitor trombina i drugih koagulacijskih serin proteaza uključujući faktore Xa i IXa. Antitrombin formira kompetitivni 1:1 kompleks sa svojim ciljem, ali samo u prisustvu negativno nabijenih glikozaminoglikana kao što su heparin ili heparin sulfat.



### **5. 1. 7. Slobodni hemoglobin u plazmi**

Slobodni hemoglobin u plazmi mjeri količinu hemoglobina koji se oslobodio od crvenih krvnih stanica. Dobivena vrijednost označava procjenu razine hemolize koja se javlja u samog bolesnika.

### **5. 1. 8. Thromboelastogram (TEG) i Thromboelastometry (Rotem)**

Thromboelastogram (TEG) je metoda ispitivanja učinkovitosti koagulacije krvi. To je test koji se uglavnom koristi u kirurgiji i anesteziologiji, iako je malo centara u mogućnosti za izvedbu testa. Više uobičajene testove zgrušavanja krvi uključuju protrombinsko vrijeme (PT, INR) i parcijalno tromboplastinsko vrijeme (APTV), koji mjeri funkciju faktor koagulacije, ali TEG može procijeniti funkciju trombocita, snagu krvnih ugrušaka i fibrinolize koji ti drugi testovi ne mogu. Thromboelastometrija (Rotem) je još jedna verzija TEGa koji pruža informacije koje se odnose na višestruke faze zgrušavanja u punoj krvi. Također uključuje posebnu analizu funkcije fibrinogena koja može ukazivati na potrebu za izvorom fibrinogena (krioprecipitata ili koncentrata fibrinogena) za bolesnike s aktivnim krvarenjem.

## **5. 2. UZORKOVANJE KRVİ:**

Zbog prevencije bilo pozitivno bilo negativno lažnih vrijednosti nalaza, krv za određivanje i korekciju antikoagulantne terapije uzima se iz arterijske ili venske krvi. Linija preko koje se vrši izvlačenje krvi **NE SMIJE** biti propirana hepariniziranom otopinom.

Aparat za određivanje vrijednosti ACTa treba biti uz krevet bolesnika. Neposredno prije upotrebe uključiti aparat, nakon toga se uzima ispitna kiveta/epruveta iz pakiranja, koju treba kucnuti lagano prstima kako bi se izgubio magnet unutar same epruvete. Takva epruveta stavlja se u uređaj na odgovarajuće mjesto. Nakon što je uređaj spreman na zaslonu se prikazuje poruka za dodavanje uzorka (krvi) u ispitnu epruvetu. Krv se lagano dodaje u epruvetu do oznake. Epruveta ispunjena krvlju umeće se u aparat i pritisne se tipka start na uređaju. Završetak ispitivanja ukazat će zvučni signal. Rezultat se automatski pretvara u sekunde i dobivenu vrijednost treba evidentirati u terapijsku listu.

Također valjanost uzorka ovisi o odsutnosti zraka u štrcaljki s uzorkom krvi, koja mora biti zatvorena. Uzorak krvi u epruvetama treba biti u što kraćem vremenskom periodu dostavljen do laboratorija.

### **5. 3. PROTOKOLI ANTIKOAGULACIJE:**

#### **CENTRIMAG**

- Heparin početi nakon operacije
- Ciljevi PTT 60-80

#### **UREĐAJ ZA PERKUTANU PODRŠKU VENTRIKULA:**

- doziranje Heparina sa ciljem postizanja PTT 75-80
- doziranje Marivarina sa ciljem postizanja INR 2.5-3.5

#### **SUSTAV ZA PODRŠKU LIJEVOM SRCU - HM II:**

Nakon 12-24 sata ili kada se protok prsnog drena smanji ispod 50 ml/h u trajanju od 2-3 sata, započnite intravenozno davati heparin.

- Za početak dozirajte tako da PTT test daje vrijednost od 45-50 u trajanju 24 sata (1,2-1,4 puta više od kontrole).
- Nakon 24 sata, povećajte dozu heparina tako da PTT test daje vrijednost od 50 – 60 (1,4 – 1,7 puta više od kontrole).
- Nakon iduća 24 sata, povećajte dozu heparina tako da PTT test daje vrijednost od 55 – 65 (1,5 – 1,8 puta više od kontrole).

2. Drugog do trećeg postoperativnog dana, započnite davati aspirin s 81 – 100 mg jednom dnevno i dipiridamol 75 mg tri puta dnevno.

## **SUSTAV ZA PODRŠKU LIJEVOM SRCU - HW**

Antikoagulacija treba biti posebno prilagođena svakom pacijentu. Načelno se počinje s niskom dozom heparina od 10 jedinica/kg/h prvog dana nakon operacije do ciljnog PTT – a od 40 -50 sekundi.

Postupno povećavati dozu heparina kako bi PTT održali u rasponu od 50 – 60 sekundi i uvoditi oralno Varfarin i lijekove protiv aglutinacije kao što je Aspirin 325 mg. Dozu Varfarina treba titrirati kako bi se održala vrijednost INR od 2,0 – 3,0.

## **IZVANTJELESNA MEMBRANSKA OKSIGENACIJA - ECMO**

Iako ECMO sustav ima antikoagulantne obloge, niske doze heparina obično se primjenjuje kako bi se spriječilo formiranje ugrušaka.

Nakon operacije srca, heparin se započinje kad drenaža na torakalne drenove bude <100 ml / sat tijekom 2-3 sata, pacijent je stabilan i parametri koagulacije prihvatljivi. Heparin bi bilo idealno započeti u roku od 24 sata nakon operacije, a obično je moguće u roku od 12 sati. Kreće se s kontinuiranom infuzijom heparina u dozi od 5 – 10 IU/kg/h. Daljnja doza se titrira održavanjem ACTa 150-180 sekundi, što treba mjeriti svaka 2 h dok se ne dostigne stabilna razina. Otpornost na heparin je obično zbog nedostatka ATIII; i to može biti tretirano svježe smrznutom plazmom ili koncentratom ATIII.

### **ACT/HEPARIN**

<130 Bolus 1000 U i povećati infuziju 200 IU/h

130-150 Povećati infuziju 100 IU/h

150-180 Bez promjene

180-200 Smanjiti infuziju od 100 IU/h

200-250 Smanjiti infuziju 200 IU/h

> 250 Zaustaviti infuziju tijekom 1 sata. Provjeriti ACT svaki sat i iznova kad bude ACT < 200 sa 300 IU / h manje od izvorne stope.

Nakon 24 sata APTV se koristi za praćenje antikoagulacije (ciljni raspon 55-75 sekundi). APTV treba provjeravati i prilagoditi po protokolu bolnice ( KBC Zagreb/svakih 12 sati). Trombociti se stalno troše zbog izloženosti stranim površinama i samoj snazi. Kao rezultat, broj trombocita treba se često pratiti. Fibrinogen i D-dimere treba provjeriti svaki dan.

## PROTOKOL

**ACT** svakih 4 sata (svaka 2 sata do stabilizacije)

**aPTV ( INR, fibrinogen, trombociti )** svakih 12 sati

**anti Xa, TEG, ATIII, D-dimeri** svakih 24 sata

Time	Test	Done ✓
Pre-ECMO	ACT, ABG, CBP, Extended Coags, G&M	
5 min	ACT	
1 hr	ACT, ABG, PRE/POST Oxygenator Gas	
2 hrs	ACT	
4 hrs	ACT	
6 hrs	ACT,CBP	
8 hrs	ACT	
10 hrs	ACT	
12 hrs	ACT,ABG, Plasma Free Hb, Extended Coags	
16 hrs	ACT	
20 hrs	ACT	
24 hrs	CBP, MBA 20, Extended Coags, Plasma Free Hb, ABG, PRE/POST Oxygenator Gas	

SLIKA 45. Protokol uzimanja testova u prva 24 sata, Royal Adelaide Hospital. ECMO – Nursing Care and Responsibilities, str.10.

Za pacijente sa **HIT**om, treba isključiti heparin iz terapije te primijeniti neki od alternativnih lijekova: Bivalirudin, Argatroban, Lepirudin, Fondaparinux – sintetski pentasaharid koji se veže za ATIII i inaktivira Xa.

Fondaparinux se primjenjuje u dozi od 7.5 mg subkutano i prati se anti Xa test (1.20 – 1.26mg/l). Uzorak se vadi tri sata po primjeni lijeka uz obaveznu napomenu o kalibraciji za fondaparinux.

Bivalirudin se daje bolus od 0,5 mg/kg, nakon čega slijedi kontinuirana infuzija od 0,5 mg/kg/h.

## **6. ZAHVALE:**

Zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Bojanu Biočina na pomoći, pristupačnosti, trudu i vremenu uloženom za izradu ovoga rada.

Također zahvaljujem svim svojim kolegicama i kolegama koji su doprinjeli svojom nesebičnom pomoći.

Posebnu zahvalu dajem svojoj obitelji koja je imala razumijevanja i bodrila me za sve vrijeme studiranja i u konačnici tijekom izrade ovoga rada.

Bez Vas sviju, ovaj rad ne bi bio potpun! Hvala Vam!

## 7. POPIS LITERATURE

Brigham and Women's Hospital (2006) Standard of Care: Physical Therapy Management of the Patient with a Ventricular Assist Device. Dostupno na: [http://www.brighamandwomens.org/patients\\_visitors/pcs/rehabilitationservices/physical%20therapy%20standards%20of%20care%20and%20protocols/cardiac%20-%20vad%20soc%20.p](http://www.brighamandwomens.org/patients_visitors/pcs/rehabilitationservices/physical%20therapy%20standards%20of%20care%20and%20protocols/cardiac%20-%20vad%20soc%20.p) Pristupljeno 09. 03. 2015.

Extracorporeal Life Support Organization (2013) Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) Guidelines for Adult Cardiac Failure. Dostupno na: <https://www.else.org/Portals/0/IGD/Archive/FileManager/e76ef78eabcusersshyerdocumentselsoguidelinesforadultcardiacfailure1.3.pdf> . Pristupljeno 08. 03. 2015.

Extracorporeal Life Support Organization (2013) Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) General Guidelines for all ECLS Cases. Dostupno na: <http://www.else.org/Portals/0/IGD/Archive/FileManager/929122ae88cusersshyerdocumentselsoguidelinesgeneralalleclsversion1.3.pdf>. Pristupljeno: 08. 03. 2015.

Glenfield Hospital (2012) ECMO Levitronix CentriMag Protocols. Dostupno na: <https://www.whatdotheyknow.com/request/174593/response/433097/attach/3/Neonatal%20Infant%20ECMO%20Levitronix%20CentriMag%20Protocols%2028.03.2012.pdf>. Pristupljeno 08. 03. 2015.

Heart Ware (2015). Dostupno na: <http://www.heartware.com>, Pristupljeno 06. 05. 2015.

<https://www.google.hr/>. Pristupljeno 08.05.2015.

<http://www.mc.vanderbilt.edu/documents/heart/files/CentriMag%20VAS%20Patient%20and%20Device%20Management%20Guidelines.pdf>. Pristupljeno 09. 05. 2015.

Kardiokirurgija (2011) Mehanička cirkulacijska potpora. Dostupno na: <http://www.kardiokirurgija.com/mehanicka-cirkulacijska-potpora>. Pristupljeno 02. 05. 2015.

Koster A et al. Successful Use of Bivalirudin as Anticoagulant for ECMO in a Patient With Acute HIT. *Ann Thorac Surg*, 2007;83:1865–7

Kozik DJ, Plunkett MD (2011) Mechanical circulatory support. *Organogenesis*. Jan-Mar; 7(1): 50–63. Dostupno na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3082034/>. Pristupljeno 09. 03. 2015.

LabMedic (2015) Koagulacijski testovi. Dostupno na: <http://www.labmedic.org/bs/strucni-radovi/428-koagulacijski-testovi>. Pristupljeno 06. 05. 2015.

Levitronix (2009) CentriMag® Ventricular Assist System (VAS): Patient & Device Management Guidelines. Dostupno na: <http://www.mc.vanderbilt.edu/documents/heart/files/CentriMag%20VAS%20Patient%20and%20Device%20Management%20Guidelines.pdf>. Pristupljeno 02. 05. 2015.

Magovern GJ, Jr., Simpson KA. Extracorporeal membrane oxygenation for adult cardiac support: the Allegheny experience. *Ann Thorac Surg*. 1999 Aug;68(2):655-61. Dostupno na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10475466>. Pristupljeno 10. 03. 2015.

Royal Adelaide Hospital. ECMO – Nursing Care and Responsibilities. Dostupno na: [file:///C:/Users/Margita/Downloads/ECMO%20Nursing%20care%20%20responsibilities%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/Margita/Downloads/ECMO%20Nursing%20care%20%20responsibilities%20(5).pdf). Pristupljeno 11. 03. 2015.

Sangalli F., Patroniti N., Pesenti A. (2014) ECMO – Extracorporeal Life Support in Adults. Italia Springer – Verlag

Schmid C, Phillipp A, (2011) Guidelines for Extracorporeal Circulation. Springer Medizin. Regensburg. Germany

Short BL, Williams L (2007-2009) ECMO Specialist Training Manual. Third Edition. ELSO. Iowa City

SynCardia Systems, Inc. (2011) Companion 2 (C2) Hospital Driver. Dostupno na: <http://www.syncardia.com/medical-professionals/companion-2-hospital-driver.html>. Pristupljeno 04.05.2015.

SynCardia Systems, Inc. (2005) Korisnički priručnik Syn Cardia Companion 2 sustava.

Thoratec Corporation (2011) Thoratec Blood Pump. Dostupno na: <http://www.thoratec.com/medical-professionals/vad-product-information/thoratec-centrimag.aspx>. Pristupljeno 14. 04. 2015.

Thoratec Corporation (2015) Heart Mate II Left Ventricular Assist System. Dostupno na: <http://www.thoratec.com/medical-professionals/vad-product-information/heartmate-ll-lvad.aspx>. Pristupljeno 05. 05. 2015.



Thoratec Corporation (2013) Sustav za potporu lijevom srcu Heart Mate II, upute za upotrebu.  
University of Texas-Medical School in Houston (2014) Guide for Heart failure Transfusion  
medicine support. Dostupno na: <http://hemepathreview.com/CBH/CBH%20Protocol.pdf>.  
Pristupljeno 11. 03. 2015.

## **8. ŽIVOTOPIS:**

Rođena sam 19. 03. 1982. u Varaždinu. Osnovnu školu završavam u Brezničkom Humu te nakon toga upisujem Srednju medicinsku školu u Varaždinu. Istu završavam 2000.g. i upisujem Visoku zdravstvenu školu u Zagrebu te 2006.g. završavam istu i stječem naziv prvostupnik sestrinstva.

Od 21. 07. 2003. počinjem pripravnički staž na Odjelu za anesteziju, reanimatologiju i intenzivno liječenje kardiokirurških bolesnika i nastavljam radni odnos do današnjeg dana.

2011. postajem voditelj smjene.

2011. polažem tečaj Europskog vijeća za reanimaciju, ALS (Napredno održavanje života).

2013. aktivno sudjelujem u međuregionalnoj suradnji na uvođenju novih procedura u KC Srbije (Beograd), za mehaničku potporu srcu i transplantacijskom programu.

08. svibnja 2013. dobivam priznanje za osmišljavanje i provođenje tečaja "Temeljni postupci oživljavanja" za medicinske sestre KBKa Zagreb.

Aktivan član Hrvatskog društva medicinskih sestara anestezije, reanimacije, intenzivne skrbi i transfuzije.

Aktivno i pasivno sudjelovanje na nacionalnim, europskim i svjetskim kongresima.